

UNIVERSITE DE NANCY
FACULTE DES SCIENCES

THESES

Présentées pour l'Obtention du Grade de
DOCTEUR D'UNIVERSITE
(Mention SCIENCES)

PAR

MOISE SALTIEL

Agronome
Ingénieur Agricole
Ingénieur Civil des Eaux et Forêts

PREMIERE THESE

**Les Possibilités de Reboisement d'Israël du
Point de Vue Hydrologique
Etude Economique et Sylvicole**

DEUXIEME THESE

**Note sur l'Evolution Climatique d'Israël
durant les 19^{me} et 20^{me} Siècles**

Soutenues le 19 Juin 1964, devant la Commission d'Examen
MM. DUCHAUF^UOUR, Président

GARNIER	} Examineurs
MANGENOT	
POURTET	

TEL AVIV
WATER PLANNING FOR ISRAEL LTD.

1964

UNIVERSITE DE NANCY
FACULTE DES SCIENCES

THESES

Présentées pour l'Obtention du Grade de
DOCTEUR D'UNIVERSITE
(Mention SCIENCES)

PAR

MOISE SALTIEL

Agronome
Ingénieur Agricole
Ingénieur Civil des Eaux et Forêts

PREMIERE THESE

**Les Possibilités de Reboisement d'Israël du
Point de Vue Hydrologique
Etude Economique et Sylvicole**

DEUXIEME THESE

**Note sur l'Evolution Climatique d'Israël
durant les 19me et 20me Siècles**

Soutenues le 19 Juin 1964, devant la Commission d'Examen
MM. DUCHAUFOUR, Président

GARNIER	}	Examineurs
MANGENOT		
POURTET		

TEL AVIV
WATER PLANNING FOR ISRAEL LTD.

1964

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555810_0035



A ma Compagne, sans qui la publication
de ce travail aurait été impossible.

Avec le témoignage de ma vive gratitude

Tel-Aviv, Décembre 1964

TABLE DES MATIERES

	Pages
AVANT - PROPOS	I - III

INTRODUCTION

LES PROBLEMES FORESTIERS D'ISRAEL	1
A. Généralités	1
B. Caractéristiques principales de la forêt en Israël	1
C. Problèmes que le reboisement doit contribuer à résoudre	2
1. Vocation des terres	2
2. Amélioration du régime hydrologique	3
3. Conservation des sols	3
4. Accroissement des surfaces arables	3
5. Accroissement de la production de bois	3
6. Assainissement de l'air et amélioration de l'esthétique du paysage	4
D. But du présent travail	4

PREMIERE PARTIE

BASES DU REBOISEMENT EN ISRAEL - LES FACTEURS ECOLOGIQUES ET ECONOMIQUES

Chapitre I - SITUATION GEOGRAPHIQUE	5
A. Géographie régionale	5
B. Relief	6

	Page
1. La Plaine Côtière	6
2. La Chaîne Centrale de Montagnes	6
3. La Grande Faille	8
4. La Ligne de Partage des Eaux	9
 Chapitre II - CLIMAT D'ISRAEL	 10
A. Principaux facteurs déterminant le climat	10
B. Climat prévalant en Israël	10
C. La pression barométrique	10
D. Influence des facteurs locaux sur le climat	11
E. Synthèses climatiques	12
 Chapitre III - LE BILAN HYDROLOGIQUE D'ISRAEL ET LE REBOISEMENT	 14
A. Introduction	14
B. Distribution régionale des ressources en eau	14
C. Besoins en eau présents et futurs	15
D. Sources futures d'approvisionnement en eau douce	15
E. Composantes du problème de l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique d'Israël	16
F. Influence de la forêt sur les précipitations	17
G. Influence de la forêt sur l'approvisionnement en eau des nappes phréatiques	18
1. La nappe du Turonien-Cénomanién	18
2. La nappe de l'Eocène	21
3. La nappe du Plio-Pleistocène	22
H. Influence de la forêt sur le rendement et la purification des eaux de ruissellement superficiel	25
I. Influence des rideau abri et des brise vent sur les besoins en eau	28

	Page
J. La forêt et le problème du drainage	29
K. La forêt et le problème de l'utilisation des eaux salines	29
L. Conclusions	30
 Chapitre IV - ISRAEL ET LE PROBLEME DE LA VOCATION DES TERRES	 31
A. Généralités	31
B. Bases de la vocation des terre utilisées en Israël	31
C. Bases de la classification des sols pour le pâturage et la forêt	32
D. Vocation physique des terres d'Israël	33
E. La rentabilité des terres de montagne	35
F. La révolution industrielle et scientifique, cause principale de l'abandon des montagnes	35
G. Infériorité de l'agriculture de montagne par rapport à celle de la plaine	37
H. Apport du pâturage dans le revenu des agriculteurs montagnards	39
1. Importance des ressources tirées du pâturage dans le revenu total des minorités nationales	39
2. Rendement en Unités Fouragères à l'ha des pâturages méditerranéens d'Israël	40
3. Le problème de la chèvre	42
4. Utilisation des montagnes méditerranéennes pour le pâturage des bovins	43
I. Résumé et conclusions	44
1. Vocation actuelle des terres marginales de la montagne	44
2. L'équilibre agro-sylvo-pastoral et la montagne	44
3. La terre a-t-elle une vocation?	45

	Page
Chapitre V - ECONOMIE DU BOIS EN ISRAEL	43
A. Production locale de bois	48
B. Importations de bois et dérivés	48
C. Besoins en bois actuels et futurs	49
D. Influence des importations de bois et dérivés sur la balance commerciale d'Israël	51
E. Pour quelle production opter: qualitative ou quantitative?	53
F. Etude de la production locale de bois	54
1. Bois de chauffage	54
2. Bois de déroulage	55
3. Bois à défibrer et bois reconstitués	56
4. Bois pour pâtes cellulósiques	56
5. Poteaux, bois de mine, poteaux agricoles	57
6. Traverses de chemin de fer	58
7. Sciages	59
8. Menus produits	59
G. Perspectives pour l'avenir	59
Chapitre VI - ETUDES DES PRINCIPALES ESSENCES FORESTIERES DES POINTS DE VUE DE LA CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL ET DE LA PRODUCTION DE BOIS	60
A. Les conifères	60
1. <u>Pinus halepensis Mill.</u>	60
2. <u>Pinus brutia Ten.</u>	64
3. <u>Pinus pinea L.</u>	64
4. <u>Cupressus sempervirens L.</u>	65
B. Les feuillus locaux	65
1. <u>Quercus ithaburensis Dec.</u>	65
2. <u>Quercus calliprinos Webb.</u>	66
3. <u>Quercus infectoria Oliv.</u>	69
4. <u>Tamarix articulata Vahl.</u>	69
C. Les feuillus introduits	70
1. <u>Eucalyptus camaldulensis Dehn.</u>	70
2. <u>Eucalyptus gomphocephala DC.</u>	73
3. <u>Autres eucalyptus</u>	75

	Page
4. <u>Populus sp.</u>	75
5. <u>Acacia cyanophylla Lindl.</u>	76
6. <u>Parkinsonia aculeata L.</u>	79

DEUXIEME PARTIE =====

LES REGIONS ECOLOGIQUES D'ISRAEL ET LEUR INTERET FORESTIER

Chapitre VII - LA PLAINE COTIERE	30
A. Situation géographique	80
B. Climat	80
C. Géologie	83
D. Pédologie et associations naturelles	83
1. Dunes côtières	83
2. Sols à kourkar	84
3. Sols rouges	85
4. Sols alluviaux	86
E. Subdivisions et terrains reboisés de la Plaine Côtière	87
1. Subdivisions	87
2. Terrains reboisés	88
F. Principaux facteurs influençant le reboisement de la Plaine Côtière	88
1. Concentration urbaine	88
2. Développement agricole	89
3. Bilan hydrologique	89
G. Reboisement de la Plaine Côtière	90
1. Reboisement des dunes	90
2. Zones vertes et plantations routières	93
3. Brise vent	94
4. Aménagement des Bassins Versants	94
5. Utilisation des eaux salines	95

	Page
H. Massif du Carmel	95
1. Situation géographique	95
2. Climat	96
3. Intérêt forestier du Massif	96
4. Choix des essences	97
5. Dangers d'incendie	98
Chapitre VIII - LA CHAÎNE CENTRALE DE MONTAGNES	99
A. Situation géographique	99
1. Haute Galilée	99
2. Basse Galilée	99
3. Monts Ephraïm	99
4. Monts de Juda	100
B. Climat	100
C. Géologie	103
D. Pédologie	104
1. Terra rossa	105
2. Terres calcaires	106
3. Terres basaltiques	107
E. Végétation naturelle	107
1. Facteurs à considérer dans l'étude de la végétation naturelle	107
2. Associations sur "terra rossa"	108
3. Associations sur terres grises et rendzines	110
4. Associations sur les sols basaltiques	111
F. Principaux facteurs influençant le reboisement de la Chaîne Centrale de Montagnes	112
1. Faible concentration urbaine	112
2. Développement agricole	112
3. Bilan hydrologique	112
4. La production de bois	113
G. Le reboisement de la Chaîne Centrale de Montagnes	113
1. Travaux de reboisement effectués	113
2. La Haute Galilée	114
3. La Basse Galilée	114

	Page
4. Les Monts Ephraïm	115
5. Les Monts de Juda	116
H. Le problème des incendies	118
Chapitre IX - LES VALLEES INTERIEURES	120
A. Situation géographique	120
1. La Vallée de Houle	120
2. La Vallée du Jourdain	120
3. La Vallée d'Ezdraelon	120
B. Climat	121
1. Précipitations	121
2. Températures	121
3. Vents	121
4. Humidité relative	122
5. Précipitations occultes	122
C. Géologie et pédologie	122
D. Végétation naturelle	123
E. Reboisement des Vallées Intérieures	123
1. Vallée de Houle	123
2. Vallées du Jourdain et de Beit Shean	124
3. Vallée d'Ezdraelon	126
Chapitre X - Le NEGUEV	128
A. Situation géographique	128
1. Les Terres Ondulées du Néguev Septentrional	128
2. La Plaine du Bessor	128
3. Les Dunes Continentales de Haloutza	129
4. Le Néguev Aride	129
B. Climat	129
1. Précipitations	129
2. Températures	130
3. Vents	131
4. Humidité relative	131
5. Précipitations occultes	131
C. Géologie et pédologie	131

	Page
D. Végétation naturelle	133
E. Principaux objectifs du reboisement du Néguev	134
1. Réduction de l'évapotranspiration	134
2. Lutte contre l'érosion	134
3. Création de zones vertes	134
F. Le boisement du Néguev	135
1. Travaux de boisement réalisés	135
2. Les Terres Ondulées du Néguev Septentrional	136
3. La Plaine du Bessor	137
4. Les Dunes Continentales de Haloutza	138
5. Le Néguev Aride	138

RESUME ET CONCLUSION

=====

A. Nécessité d'une étude écologique, économique et sociale de tout projet de reboisement	140
B. Nécessité économique d'élargissement des zones de reboisement aux dépens des pâturages	140
C. Le bilan hydrologique, facteur primordial de tout projet de reboisement	140
1. La Plaine Côtière	141
2. La Chaîne Centrale de Montagnes	142
3. Les Plaines Intérieures et le Néguev	142
4. Aménagement des Bassins Versants	142
5. Utilisation des Eaux Salines	143
D. Principales essences de reboisement du pays	143
E. Nécessité d'accroître de façon importante la production actuelle d bois	144
F. Nécessité de création de parcs, bois et zones vertes autour des concentrations urbaines	145

	Page
G. Aménagement des forêts pour la lutte contre les incendies	145
H. Economie des investissements forestiers	146

A N N E X E S

A. DIAGRAMMES.

- Diagramme No.1 - Emplacement des principales régions d'Israël dans le graphique des Climats Méditerranéens d'Emberger.
- Diagramme No.2 - Normes Climatologiques - La Plaine Côtière.
- Diagramme No.3 - Normes Climatologiques - La Chaîne Centrale et les Montagnes.
- Diagramme No.4 - Normes Climatologiques - Les Vallées Intérieures.
- Diagramme No.5 - Normes Climatologiques - Le Néguev.
- Diagramme No.6 - Evaporation potentielle des différentes régions écologiques d'Israël.

B. CARTES D'ISRAEL.

- Carte No.1 - Carte topographique
- Carte No.2 - Division écologique
- Carte No.3 - Bassins versants
- Carte No.4 - Températures moyennes de Janvier
- Carte No.5 - Températures moyennes de Juillet
- Carte No.6 - Précipitations annuelles moyennes
- Carte No.7 - Force relative des vents
- Carte No.8 - Carte géologique
- Carte No.9 - Carte des sols
- Carte No.10- Régions phytogéographiques
- Carte No.11- Associations végétales

C. PLANCHES DE PHOTOGRAPHIES.

- Planche I - La forêt naturelle de feuillus
- Planche II - Le pin d'Alep
- Planche III - Pins pignons et cyprès

Planche	IV - L' <u>Acacia cyanophylla</u> , essence colonisatrice et fixatrice des sols
Planche	V - Les eucalyptus, essence d'avenir
Planche	VI - Lutte contre l'incendie

D. BIBLIOGRAPHIE.

P a g e s
I - XIV

AVANT PROPOS

Le présent travail traite des possibilités de reboisement d'Israël et des influences de la forêt, en particulier sur le régime hydrologique du pays.

Après avoir terminé l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, nous avons fait part à Mr. POURTET, Directeur des Barres, alors Professeur à l'Ecole, de notre intention de consacrer les prochaines années à l'étude des problèmes économiques et sylvicoles liés au reboisement d'Israël, et l'avons prié de bien vouloir guider nos recherches. Mr. POURTET a très aimablement donné suite à notre requête.

Nos activités successives à la Station de Recherches Forestières d'Ilanot, au Service de la Conservation des Sols et à TAHAL - Water Planning for Israel Ltd., organisation qui s'occupe sur le plan national des projets d'exploitation des eaux d'Israël, nous ont permis d'entrevoir les problèmes du reboisement du pays sous différents aspects, souvent contradictoires.

Nous nous sommes aperçus qu'en Israël, pays subtropical, la forêt doit jouer un rôle prépondérant dans la conservation des ressources naturelles, de beaucoup plus important que son rôle de production. Aussi tout projet de reboisement d'une région donnée doit étudier en plus des possibilités sylvicoles liées aux caractéristiques écologiques de la région, toute une série de problèmes économiques et sociaux liés au reboisement, tels que la vocation des terres, l'accroissement du débit annuellement exploitable des eaux superficielles et souterraines, la conservation des terres, l'établissement de lieux de récréation pour des agglomérations urbaines, le rehaussement de l'attrait touristique du pays et autres questions analogues.

Ce travail a été principalement conçu pour les spécialistes israéliens, mais nous avons bon espoir que les spécialistes d'autres pays, en particulier ceux de pays en voie de développement, où existent des problèmes similaires à ceux traités, pourront le consulter avec profit.

Ce travail a pu être accompli grâce à une aide appréciable qui nous a été apportée de tous côtés.

Nous voudrions tout d'abord exprimer nos plus vifs remerciements et notre gratitude à Mr. POURTET, Directeur de l'Ecole Forestière des Barres, qui durant plusieurs années a guidé nos recherches et nous a très sympathiquement encouragé dans notre travail. Son offre d'hospitalité aux Barres, où nous avons trouvé une ambiance de calme et de labeur, nous a permis d'achever le travail dans un temps relativement court. Mr. POURTET n'a pas ménagé son temps, ni ses conseils afin que notre travail soit mené à bien. Sa grande érudition en ce qui concerne les repeuplements artificiels et la populiculture nous ont été extrêmement utiles.

Nous voudrions adresser nos très sincères remerciements au Directeur de l'Institut de Sylviculture de Florence, le Professeur de PHILIPPIS, dont nous avons eu l'honneur d'être l'assistant durant les deux séjours qu'il fit après la création de l'Etat d'Israël à la Station de Recherches Forestières d'Ilanot. Les recherches accomplies sous sa direction, ainsi que les échanges d'idées au cours de très longues entrevues, nous ont permis de mieux assimiler la Sylviculture Méditerranéenne.

Nous tenons à remercier chaleureusement Mr. le Professeur DUCHAUFOUR, dont les conseils et les remarques très pertinentes, joints à une extrême amabilité, nous ont sérieusement aidé dans notre tâche, et Mr. JACAMON, Professeur à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts pour l'aide et la sympathie qu'il nous a témoignées durant notre séjour.

Nos sincères remerciements vont aussi aux Professeurs de l'Ecole Forestière des Barres, en premier lieu à MM. COCHET et TURPIN, pour les multiples discussions que nous avons eues concernant plusieurs points du travail.

Nous n'aurions garde d'oublier les Membres de l'Administration Forestière Française qui nous ont aimablement accueilli et nous ont fourni aide et conseils, notamment Mr. VINEY, Directeur de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Mr. le Professeur SILVY-LELIGOIS, MM. FEVRIER et de BOXTEL. Nous les prions d'accepter nos plus sincères remerciements.

Nos vifs remerciements vont aussi à Mr. KARSHON, Directeur de la Division des Forêts de l'Institut National et Universitaire d'Agriculture, pour l'aide qu'il nous a fournie dans l'obtention de la littérature nécessaire au travail et pour les fructueuses conversations que nous avons eues sur les problèmes du reboisement d'Israël, et à MM. HUDNOFF et TISHLER pour nous avoir fait part des résultats de leurs recherches sur les propriétés technologiques des bois locaux.

Nous voudrions adresser un hommage de reconnaissance particulier tous ceux dont les recherches antérieures ont servi de base à l'élaboration du présent travail.

Nous avons été très sensibles à l'honneur que nous ont fait MM. DUCHAUFOUR, Professeur, Directeur du Centre de Pédologie, GARNIER,

Professeur, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique; MANGENOT, Professeur à la même Ecole, et POURTET, Directeur de l'Ecole Forestière des Barres, en acceptant de constituer notre Jury.

Si du point de vue matériel, la rédaction et l'impression de la thèse ont pu être menées à bien, c'est grâce à Mr. GOOR, ancien Directeur du Département des Forêts de l'Etat d'Israël, qui nous a facilité en son temps le séjour en France; à MM. DORON, MELAMED, KAHANA de TAHAL - Water Planning for Israel Ltd., et Mr. KANTOR de Mekorot, qui nous ont aidé à organiser notre dernier voyage; au Service de Coopération Technique du Ministère des Affaires Economiques du Gouvernement Français, qui nous a accordé une bourse qui a grandement facilité notre dernier séjour, à la Direction de TAHAL - Water Planning for Israel Ltd., qui a pris en charge la publication de ce travail. Nous les prions d'agréer l'expression de notre plus vive reconnaissance.

Nous voudrions, pour terminer, adresser nos plus sincères remerciements aux Membres du Personnel Administratif des Barres pour l'aide qu'ils nous ont fournie durant notre séjour; à Mme. et Mr. BAZIRE, qui ont bien voulu revoir le texte; aux Membres du Service des Publications de TAHAL - Water Planning for Israel Ltd., notamment à son Directeur Mr. PRUSHANSKI et à ses collaborateurs, MM. KOULKA et FISH, à Mr. MEIR et ses collaborateurs qui ont préparé les cartes et les diagrammes, ainsi qu'à Mmes. KREISLER et PRAGA qui n'ont rien négligé pour assurer la parution à temps de la thèse et la bonne exécution du travail d'impression.

Tél-Aviv, Décembre 1964.

M. SALTIEL.

INTRODUCTION

LES PROBLEMES FORESTIERS D'ISRAEL

A. GENERALITES

L'Etat d'Israël qui s'étend sur 20.700 km² a été fondé en 1948 sur une partie de l'ancien territoire sous mandat de la Palestine. Il est situé dans le Sud-Ouest du continent asiatique. Sa forme est celle d'une bande étroite encadrée entre la Méditerranée à l'Ouest et la vallée du Jourdain à l'Est. Il est traversé sur toute sa longueur par la Chaîne Centrale de Montagnes qui forme une espèce d'épine dorsale. Plus de moitié de son territoire est occupée par le Désert du Néguev. Le climat qui règne dans sa partie septentrionale est du type méditerranéen à hiver court et pluvieux, à été long et sec. Le Néguev a un climat steppique au Nord et désertique au Sud.

Le substratum géologique est surtout formé de calcaires durs du Turonien-Cénomaniens et en partie, de calcaires marneux tendres du Senonien et de l'Eocène. Dans le Nord-Est du pays on trouve des basaltes.

Les sols sont très variés. Les Montagnes Centrales ont surtout des "terra rossa" et des sols rendziniiformes avec, au Nord-Est, quelques terres basaltiques. Les principaux sols de la Plaine Côtière sont des sols rouges, des terres alluviales et des sols sableux des dunes côtières. Les Vallées Intérieures sont surtout couvertes par des terres alluviales, celle du Jourdain comprenant en outre des sols gris marneux. Le Néguev Septentrional est formé de loess sableux, de loess et de dunes continentales. Le Néguev Méridional comprend des sols calcaires pierreux quelquefois salins, et des hammadas.

Les principaux groupes phytogéographiques du pays sont dans la partie Nord la forêt méditerranéenne, dans le Néguev Septentrional la steppe irano-touranienne et dans le Néguev Central et Méridional, le désert saharo-sindien.

Avant la création de l'Etat, l'économie du Mandat Palestinien était surtout de caractère agricole. A présent la base économique est en pleine évolution et Israël est en train de devenir un pays fortement industrialisé et qui tire déjà la majorité de ses revenus de l'industrie. Un autre trait caractéristique du pays est l'accroissement incessant de sa population qui de 915.000 en 1948 a atteint 2.332.000 habitants à la fin de 1962.

B. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE LA FORET EN ISRAEL

Actuellement, les principales caractéristiques de la forêt israélienne sont les suivantes:

- L'intérêt forestier proprement dit se limite à la partie méditerranéenne du pays et au Nord du Néguev, car c'est seulement

dans ces régions que le développement de la végétation forestière est assuré.

- Le déboisement d'Israël, qui a débuté depuis des temps immémoriaux, a eu comme résultat la disparition de la végétation forestière sur presque tout son territoire. Les quelques vestiges actuels sont composés essentiellement d'essences secondaires de maquis sans valeur.

- Les conditions climatiques qui font que les précipitations tombent en hiver, saison de repos végétatif, les sols squelettiques et la destruction de l'ambiance forestière ont pour conséquence des difficultés accrues pour le rétablissement de la forêt et un accroissement relativement lent des peuplements forestiers.

- Le fait que presque toutes les terres montagneuses susceptibles d'être reboisées appartiennent à l'Etat, la diminution relative du nombre de chèvres, l'attitude bienveillante de la majorité de la population envers la forêt sont des facteurs éminemment favorables pour tout travail de reboisement.

Le reboisement du territoire d'Israël a débuté vers la fin du siècle dernier, lorsque des colons allemands qui s'étaient installés à Haïfa ont semé des Pins d'Alep et des Pins pignons dans de petites parcelles sur les pentes du Carmel. Un peu plus tard, dans la Plaine Côtière, les colons juifs des environs de Hadera et de Petah Tikva qui souffraient de paludisme, plantèrent, afin d'assécher les marais, des forêts relativement vastes d'Eucalyptus. Entre 1918 et 1948, grâce aux efforts conjugués du Gouvernement Mandataire, du Fond National Juif et de la Palestine Jewish Colonisation Association, le reboisement s'accéléra, et les surfaces reboisées atteignent, à la fin de cette période, 5.300 ha. Après la création de l'Etat, les travaux de reboisement entrepris par le Département des Forêts d'Israël et le F.J.N. ont porté ce chiffre à 34.700 ha. à la fin de 1962, ce qui représente 1,7% de la surface du pays et 3,7% de sa partie méditerranéenne (y compris le Néguev Septentrional). A ces superficies il faudrait ajouter des forêts naturelles qui occupent environ 35.000 ha., formées surtout de restes de maquis sans aucune valeur économique.

C. PROBLEMES QUE LE REBOISEMENT DOIT CONTRIBUER A RESOUDRE

Les principaux problèmes actuels que le reboisement doit contribuer à résoudre sont les suivants:

1. Vocation des terres - Des 20.700 km² d'Israël, 9.500 km², soit 46% du territoire sont situés dans la partie méditerranéenne du pays (y compris le Néguev Septentrional). Seules ces régions ont une pluviosité suffisante pour permettre le développement d'une végétation arbustive. D'après le recensement des sols du Service de la Conservation des Sols, 4.100 km² sont prédestinés à l'agriculture, 954 km² sont occupés par les agglomérations urbaines, surfaces d'eau, marais salants et divers. La surface restante de la partie méditerranéenne est de 4.460 km². Quelle pourra être la destination

de ces terres, pâturages ou forêts? Une étude de ce problème sera entreprise.

2. Amélioration du régime hydrologique - Le débit annuel des eaux superficielles et souterraines pouvant être utilisées sans risque de destruction des sources potentielles d'approvisionnement a, par suite de cinq années consécutives de sécheresse, fortement diminué. D'aucuns accusent les forêts naturelles et artificielles d'être grandement responsables de cette diminution. Ce problème sera étudié dans le cadre du présent travail; on y étudiera l'influence des diverses formations forestières sur le régime des différentes nappes souterraines, l'aménagement des bassins versants des oueds en vue de l'accroissement et de l'amélioration de l'approvisionnement en eau, la création de rideau abri en vue de la diminution des besoins en eau des cultures.

3. Conservation des sols - L'érosion des terres en Israël est actuellement un des problèmes les plus intimement liés au reboisement. L'érosion superficielle est responsable des sols squelettiques du Turonien-Cénomanién et de l'Eocène, de la création des ravines, de l'élargissement des oueds dans les terres alluviales de la Plaine Côtière et dans la région du loess. L'érosion éolienne sévit dans la région des dunes côtières et continentales et dans les terres du loess. Une attention particulière sera accordée au problème de fixation des dunes côtières. Ces dunes servent et continueront à servir de lieu d'expansion principal du développement urbain d'Israël, ce qui nécessitera la création de zones vertes autour de ces régions. Ces dunes sont aussi, relativement à leur surface, les terrains les plus fortement producteurs d'eaux souterraines, et des travaux d'adduction d'eau de grande envergure y seront entrepris qui exigeront la fixation des sables autour des constructions

4. Accroissement des surfaces arables - La population du pays, qui était de 1,4 millions en 1950, a déjà atteint 2,3 millions d'habitants à la fin de 1962, et aura en 1980 entre 3,5 et 4,0 millions d'habitants. La nécessité s'impose d'accroître les surfaces arables, d'autant plus qu'il existe de fortes probabilités pour que vers 1985, le problème de la production d'eau de mer dessalée, à un prix permettant son utilisation dans l'agriculture, soit résolu. L'étude de l'accroissement des terres arables et le rôle de la forêt dans cet accroissement, seront étudiés.

5. Accroissement de la production de bois - En 1962, Israël a consommé en bois ou ses équivalents une quantité estimée à 784.000 m³ de bois sur pied. La production totale de bois du pays s'est élevée à 25.000 m³, soit seulement 3% de la consommation. Cette impossibilité de la forêt de pouvoir subvenir de façon appréciable aux besoins en bois du pays a pour conséquence un accroissement considérable du déficit commercial d'Israël. En 1962, ce déficit se montait à 350 millions de dollars, et les importations de bois et dérivés formaient environ 12% de ce déficit.

L'étude des tendances actuelles de l'utilisation du bois, de l'ac-

croissement de la production du bois par la conversion de la forêt naturelle, la création de forêts productrices d'Eucalyptus et autres mesures de reboisement sera entreprise.

5. Assainissement de l'air et amélioration de l'esthétique des paysages - A la fin de 1961, 1,4 millions des 2,2 millions d'habitants d'Israël étaient concentrés dans des villes de plus de 20.000 habitants. Ces villes sont situées surtout dans la Plaine Côtière. Deux de ces concentrations urbaines, celle du Grand Tel-Aviv et celle du Grand Haïfa comptaient à elles seules 930.000 habitants, soit plus de 42% de la population totale du pays. La troisième concentration urbaine qui se formera autour du nouveau port d'Ashdod accroîtra encore plus la densité de la population de cette plaine. C'est également le long de la Plaine Côtière, autour de Haïfa et Tel-Aviv qu'ont été installées les principales industries d'Israël, dont quelques unes rejettent des quantités importantes de gaz nocifs dans l'atmosphère. Le pays est baigné en outre, par la Méditerranée sur une longueur de 228 km. Sur presque toute sa longueur, la côte est formée par des plages au sable fin servant de lieu de récréation principal aux habitants du pays et à des dizaines de milliers de touristes. Des plans de très grande envergure ont été établis pour développer l'industrie hôtelière sur la côte. Tout ceci explique le rôle important que les forestiers israéliens auront à jouer, en vue d'assainir l'air des villes, celles de la Plaine Côtière en particulier, créer des parcs et des zones vertes dans les environs des centres urbains et améliorer l'esthétique des plages et des régions montagneuses.

D. BUT DU PRESENT TRAVAIL

L'étude détaillée des problèmes sus-mentionnés exigerait des recherches longues et compliquées. Or, dans la plupart des cas, il est absolument nécessaire de présenter dès à présent, une solution aux problèmes posés. Aussi faudra-t-il essayer, en se basant sur les données écologiques et économiques du pays, sur l'expérience du reboisement passée et présente acquise en Israël et à l'étranger, d'obtenir des réponses approximatives, d'application immédiate, qui puissent être présentées aux organismes s'occupant de planification. Tel est le but du présent travail.

PREMIERE PARTIE

BASES DU REBOISEMENT D'ISRAEL - LES FACTEURS

ECOLOGIQUES ET ECONOMIQUES

Chapitre I

SITUATION GEOGRAPHIQUE

A. GEOGRAPHIE REGIONALE

L'Etat d'Israël, créé en 1948, fait partie du Continent Asiatique et se trouve situé dans sa partie Sud-Ouest dite le Moyen Orient, dont font également partie la Turquie, l'Iran et la Peninsule Arabique. Israël occupe la partie occidentale d'une bande de terre limitée à l'ouest par la Méditerranée et à l'Est par les déserts de Syrie et d'Arabie. Le relief escarpé de cette bande a empêché ces déserts de progresser vers la mer. Les trois principaux obstacles, à cette progression sont, (on allant parallèlement de l'Est vers la Méditerranée), en premier lieu la Chaîne de Montagnes à l'Est du Jourdain constituée par le Hermon, les Montagnes de la Transjordanie et d'Edom; ensuite la dépression qui va de la Cilicie à la Mer Rouge et qui comprend les Vallées de l'Assi, du Litani, du Jourdain et de l'Arava. Cette dépression fait partie de la Grande Faille qui va de la région des Monts Taurus en Turquie à travers la Mer Rouge jusqu'à la région des Grands Lacs de l'Afrique Centrale; enfin la Chaîne Occidentale qui comprend les Monts du Liban, de la Galilée, du Shomeron, de Judée et du Néguev. Cette chaîne se continue dans le Massif du Sinaï.

L'Etat d'Israël se trouve encastré entre la Méditerranée et la partie de la Grande Faille qui va des sources du Jourdain à la Mer Rouge, cette faille ayant imprimé au pays beaucoup de ses traits. Il est traversé sur toute sa longueur par la Chaîne de Montagnes Occidentales qui lui forme une sorte d'épine dorsale. Sa longueur maximum du Nord au Sud est de 450 km, sa plus grande largeur étant de 100 km.

Le pays est situé entre les 34°15' et les 35°40' de longitude Est et entre les 29°30' et 33°15' de latitude Nord. Le centre du pays est approximativement traversé par le 35ème méridien et le 32ème parallèle. La surface totale du pays est de 20.700 km², dont 20.320 km² de terres fermes et 380 km² d'eaux.

La Méditerranée forme la frontière occidentale du pays. La côte, de direction Nord-Nord-Est longe la Méditerranée sur une longueur de 228 km. Sur beaucoup de points, la côte s'est envahie par des sables mouvants qui ont quelquefois avancé profondément vers l'intérieur. Le pays est limité par des frontières conventionnelles. La frontière Nord qui sépare Israël du Liban va de Rosh Hanikra aux sources du Jourdain, traverse les Montagnes de la Galilée. La frontière égyptienne du Sud-Ouest, qui va de la Méditerranée à la Mer Rouge, sépare les Montagnes du Néguev du Massif du Sinaï. La frontière orientale qui sépare le pays de la Syrie et de la Transjordanie suit, à l'extrême Nord et à l'extrême Sud, le centre de la Grande Faille; mais vers son milieu, cette frontière tourne, d'un point du Jourdain situé au Sud de Beit Shean vers l'Ouest, pour former l'enclave occidentale du Royaume de Jordanie qui comprend la plus grande partie de la Chaîne Centrale de Montagnes située au Sud de la Vallée d'Ezdraelon.

B. RELIEF

Le relief du pays est déterminé par celui de ses parties constituantes qui sont la Plaine Côtière, la Chaîne Centrale de Montagnes et la Grande Faille.

1. La Plaine Côtière - C'est une bande de terre, longue, encastree entre la Méditerranée et la Chaîne Centrale de Montagnes, qui s'étend de Rosh Hanikra au Nord aux bords du Néguev Septentrional. Elle est coupée en deux par le Massif du Carmel. Sa largeur s'accroît au fur et à mesure que l'on descend vers le Sud, atteignant quelque 20 km dans les environs de Tel-Aviv et 30 km près d'Ashqueelon. Trois chaînes parallèles de collines de grès calcaire courent le long de la Plaine Côtière. Des brèches se sont formées avec le temps dans quelques unes de ces chaînes, par lesquelles les sables marins originaires des alluvions du Nil ont envahi la côte sur une surface d'environ 28.000 ha.

L'altitude de la Plaine, qui s'étend de la côte jusqu'à la ligne de niveau de 250 m aux pieds de la Chaîne Centrale, est assez variable. L'altitude moyenne est d'environ 70 m. La topographie est changeante, allant de terres unies à des terres à ondulations très prononcées.

Plusieurs rivières et quelques oueds descendent des montagnes, traversant la Plaine Côtière et se jettent dans la Méditerranée. Au Nord du Massif du Carmel coulent les rivières du Naaman et du Kishon. Au Sud du Massif, les rivières du Taninim, de l'Alexander, du Hadera, du Falig, du Yarkon et du Rubin. Plus au Sud, la plaine est traversée par les oueds de Lakish, de Shikma et du Habessor.

2. La Chaîne Centrale de Montagnes - Elle s'étend au Nord au delà de la frontière du Liban, et se continue au Sud, en Egypte, à l'intérieur de la presque île du Sinaï. L'altitude moyenne de cette chaîne est supérieure à 500 m. Ses points culminants sont au Nord, le Mont Méron (1208 m), et au Sud, dans le Néguev, le Mont Ramon (1053 m). Deux brèches traversent la chaîne de l'Est à l'Ouest et

la coupent en trois tronçons; ce sont, à l'Est de Haïfa, la brèche de la Vallée d'Ezdraelon qui, se continuant par la Vallée de Bet Shean, relie la Plaine Côtière à celle du Jourdain; au Sud, la brèche du Plateau de Beer Sheva qui sépare les Monts de Juda des Montagnes du Néguev.

Le Versant Occidental de la chaîne est en pente douce et descend lentement vers la mer. Les bassins versants qui se sont formés ont une allure régulière en éventail. Le Versant Oriental qui descend vers la Vallée du Jourdain est, au contraire, très abrupt. A l'Est de Jérusalem, sur une distance de moins de trente kilomètres à vol d'oiseau, la dénivellation est de plus de 1200 m. Les eaux de ruissellement descendant ces pentes abruptes ont creusé dans les calcaires tendres, du Senonien plusieurs cañons qui coulent parallèlement jusqu'à la Mer Morte.

Les principales subdivisions le long de la Chaîne Centrale de Montagnes sont, en allant du Nord au Sud:

La Haute Galilée, dont les montagnes forment un massif uni, d'une altitude moyenne supérieure à 600 m. C'est ici que se trouve le Mont Meron.

La Basse Galilée, dont l'altitude moyenne est inférieure à 350m, se situe plus au Sud. Par contraste avec la Haute Galilée, formée d'un seul bloc, cette région est formée de plusieurs petits massifs: les montagnes de Nazareth, le Mont Tabor, les collines d'Alonim et de Shefar'am, les montagnes de la Galilée Orientale. Ces basses montagnes descendent vers la Vallée du Jourdain située à -220 m au dessous du niveau de la mer par une suite de terrasses: de Nazareth aux pieds du Tabor; des pieds du Tabor à la Vallée de Yavniel; de la Vallée de Yavniel à la Vallée du Jourdain.

La Plaine d'Ezdraelon sépare la Basse Galilée des Monts Ephraïm. C'est une plaine triangulaire unie s'élargissant vers l'Est. Elle est une des principales régions agricoles du pays.

Les Monts Ephraïm, dont une partie seulement se trouve en Israël, forment une région de collines arrondies. Au Nord-Est de ces collines, et coupant la Plaine Côtière en deux, se dresse le Massif du Carmel dont le point culminant atteint 546 m.

On retrouve à nouveau la Chaîne Centrale dans les limites d'Israël aux environs de Jérusalem. On y trouve une partie du versant occidental des Monts de Juda ainsi que les contreforts Ouest des montagnes de Hebron. L'altitude moyenne de cette région est de 500m.

La brèche de Beer Sheva qui sépare les montagnes de Hebron de celles du Néguev forme le Néguev Septentrional. La partie Nord de cette région, contiguë à la Plaine Côtière, est formée d'une série de basses collines ondulées à topographie très irrégulière. Plus au Sud, s'étend la plaine unie de l'Habessor traversée par l'oued du même nom. Encore plus au Sud, aux pieds des montagnes du Néguev,

s'étendent les sables continentaux de Haloutza qui occupent une surface de 60.000 ha. Les montagnes du Néguev se continuent ensuite dans une direction Sud-Ouest s'élevant imperceptiblement jusqu'à plus de 1.000 m et rejoignant, au delà de la frontière égyptienne, les monts Sinaï.

3. La Grande Faille - Cette faille se continue, des sources du Jourdain, point le plus septentrional du pays, jusqu'aux rives de la Mer Rouge, son point le plus méridional. Elle est traversée d'abord par les trois affluents du Jourdain, le Banias, le Dan et le Hasbani qui se réunissent pour former le Jourdain. Descendant la vallée, le Jourdain se jette dans le Lac de Tibériade, pour en ressortir 22 km plus au Sud, recevoir plus au Sud encore les eaux de son affluent le Yarmouk et se jeter finalement dans la Mer Morte. Les principales subdivisions de la vallée sont, en descendant vers le Sud:

La Vallée de Houle... Cette plaine unie est située à une altitude variant entre 80 m et 180 m au-dessus du niveau de la mer, tandis que les chaînes de montagnes qui l'entourent s'élèvent à des altitudes de 500 - 900 m. Elle se continue au Sud par une série de basses montagnes.

Plus au Sud est située la Vallée du Jourdain proprement dite qui comprend la région des terres contiguës du Lac de Tibériade et la partie supérieure de la Vallée du Jourdain, qui est ici une plaine unie, située au Sud du lac et subissant son influence directe. Toute cette région se trouve à une altitude de -200 à -220 m au-dessous du niveau de la mer; elle est entourée de montagnes à pentes abruptes.

Au Sud de cette région se trouve la Vallée de Bet Shean qui forme le limite méridionale du cours du Jourdain se trouvant en Israël. Elle comprend trois terrasses topographiques qui descendent vers le Jourdain. La première terrasse se trouve à une altitude de -100 au-dessous du niveau de la mer; la seconde terrasse, du nom de Ghor, a, des deux côtés du Jourdain, une largeur de 10 à 20 km; elle est située entre -180 et -200 m d'altitude. La troisième terrasse, qui a été creusé dans le Ghor par le Jourdain qui y tailla des murs presque verticaux atteignant jusqu'à 50 m de hauteur, a le nom de Zhor. Elle est située entre -200 et -240 m au dessous du niveau de la mer. Sa largeur est de 2 à 3 km. Elle retient les eaux du Jourdain lors des crues hivernales. Durant les mois secs de l'été, le Jourdain est réduit au lit sinueux qui coule dans la partie la plus basse du Zhor.

Beaucoup plus au Sud, sur les rives de la partie Sud-Ouest de la Mer Morte, la Grande Faille réapparaît à nouveau dans les limites de l'Etat d'Israël. Non loin des rives de la Mer Morte situées à -398 m au dessous du niveau de la mer, se trouve l'oasis de Ain Guedi. La Grande Faille se continue jusqu'à la Mer Rouge par la Plaine de l'Arava, encastrée entre les montagnes du Néguev et celles d'Edom. La largeur maximum de cette plaine est de 25 km, sa longueur de 180 km, et son point culminant qui atteint 288 m

d'altitude, est située à 100 km au Sud de la Mer Morte. Ce point forme la ligne de partage des eaux de la vallée qui descendent, soit vers la Mer Morte, soit vers le Mer Rouge.

4. La Ligne de Partage des Eaux - La Ligne de Partage des Eaux du Pays suit les sommets de la Chaîne Centrale. Elle a une direction générale Nord-Sud et délimite les bassins versants descendant vers la Méditerranée de ceux qui descendent vers la Grande Faille. Elle est axée beaucoup plus à l'Est, les bassins versants occidentaux formant plus des deux tiers de la surface du pays.

Partant du Mont Méron au Nord, elle suit la Vallée de Rama, se rapproche à moins de 10 km du Lac de Tibériade, passe ensuite près de Nazareth pour descendre dans la Vallée d'Ezdraelon. Ici la Ligne de Partage des Eaux ne se trouve plus qu'à 75 m d'altitude. De là elle répart vers le Sud en passant par les Monts du Guilboa, de Samarie et de Ramallah. Près de Jérusalem, elle atteint une altitude de 800 m pour remonter ensuite à plus de 1.000 m près de Hébron. Elle descend ensuite vers le Rosh Zoar dans le Néguev, situé seulement à 12 km de la Mer Morte. De là elle prend une direction Sud-Sud-Ouest jusqu'au sommet du Mont Raman pour rejoindre la Ligne de Partage des Eaux de la presqu'île du Sinaï, en Egypte.

Chapitre II

CLIMAT D'ISRAEL

A. PRINCIPAUX FACTEURS DETERMINANT LE CLIMAT

Les principaux facteurs déterminant le climat d'Israël sont les suivants:

- La latitude - Israël est situé au Nord de l'équateur, entre les 29°30' et 33°15' parallèles. Il fait partie de la bande subtropicale qui entoure le globe à ces latitudes
- La position géographique - Israël, qui a la forme d'une étroite bande de terre, de direction Nord-Sud, subit l'influence de la Méditerranée située à l'Ouest et des Déserts de Syrie et de Jordanie situés à l'Est.
- La topographie du pays - Cette topographie montre des différences de niveau considérables sur des distances relativement courtes.

B. CLIMAT PREVALENT EN ISRAEL

Le climat qui règne dans la partie Nord d'Israël est du type méditerranéen. Il est caractérisé par une division tranchée de l'année en une saison pluvieuse hivernale (Novembre-Mars) et une saison sèche estivale (Avril-Octobre). Le printemps et l'automne sont très courts et sans caractéristiques marquantes. La proximité de masses désertiques amène une réduction progressive des précipitations du Nord au Sud et de l'Ouest à l'Est, ainsi qu'un accroissement des amplitudes journalières et saisonnières de la température. Dans la partie méridionale on a un climat steppique qui se transforme au fur et à mesure que l'on descend vers le Sud en un climat désertique .

C. LA PRESSION BAROMETRIQUE

En général, la pression barométrique d'Israël est haute en hiver et basse en été.

En été, la pression barométrique est constante. Pendant les autres saisons elle change à des intervalles irréguliers. En hiver, des systèmes de basses pressions se forment entre Chypre et la Syrie et convergent vers le pays, tandis que des systèmes de hautes pressions se développent sur le pays même. Ce sont ces systèmes de basses pressions qui amènent les pluies, surtout lorsqu'ils sont déplacés par des vagues de vent froid qui arrivent des régions nordiques. Ces vents sont cause des fortes précipitations hivernales et leur absence crée des années sèches.

En été, Israël se trouve à la limite extrême d'un système très stable de basses pressions couvrant toute l'Asie méridionale et dont le centre est situé dans les montagnes de l'Himalaya; il n'y a donc point alors de perturbations atmosphériques et le beau temps régné en permanence. Deux autres systèmes de basses pressions convergeant vers le pays ont leurs centres l'un à Oman dans la Presqu'île Arabique, l'autre en Abyssinie. Ces deux systèmes sont responsables des orages (et inondations) qui apparaissent de temps à autre entre Septembre et Juin dans les parties désertiques du pays. Il y a aussi relation directe entre ces deux systèmes et les vents secs qui apparaissent au début et à la fin de la saison pluvieuse.

D. INFLUENCE DES FACTEURS LOCAUX SUR LE CLIMAT

En Israël, l'influence des facteurs locaux est souvent considérable, et des différences climatiques très fortes existent dans les différentes régions, compte tenu de la surface relativement restreinte du pays. Ces facteurs sont:

1. La pression barométrique - L'éloignement d'une région donnée du centre de la zone hivernale de basses pressions qui exerce son influence sur la partie Nord d'Israël est primordial; les précipitations sont d'autant plus abondantes que la région où elles tombent est plus rapprochée de ce centre.

2. L'altitude - La pluviosité augmente progressivement avec l'altitude tandis que les températures diminuent. Les courants aériens humides soufflent de la Méditerranée vers l'Est. Ils se refroidissent au contact des masses montagneuses de la Chaîne Centrale et font tomber leurs précipitations dont la quantité croît avec l'altitude. Arrivés à la ligne de partage des eaux de la Chaîne Centrale, ces courants redescendent vers la Dépression Jordanienne, ce qui a pour résultat un réchauffement et la dispersion des nuages, de sorte qu'à l'Est de cette ligne, la pluviosité diminue rapidement. Cette dépression est également responsable de l'accroissement en valeur absolue des températures de la Vallée du Jourdain.

3. La proximité de la mer - La Méditerranée baigne seulement la partie Nord du pays. C'est là principalement que s'exerce son influence, tant du point de vue de la répartition de l'humidité que de la régularisation de la température.

4. La proximité des déserts - L'existence, à proximité de la partie Sud du pays, des grandes masses continentales désertiques a comme résultat la neutralisation de l'influence bienfaisante de la mer. La pluviosité dans la partie méridionale d'Israël est beaucoup plus faible et irrégulière et les amplitudes journalières de la température y sont beaucoup plus fortes.

A l'intérieur du cadre des conditions climatiques créées par l'influence réciproque de la mer et des masses désertiques, les facteurs locaux ont créé un nombre considérable de microclimats, et

par suite, de nombreuses régions écologiques à flore extrêmement variée, s'interpénétrant et ne possédant pas une ligne claire de démarcation.

E. SYNTHESES CLIMATIQUES.

De toutes les formules combinants plusieurs facteurs météorologiques en vue de définir un climat, la formule du quotient pluviothermique d'EMBERGER est celle qui s'est avérée être la plus expressive des climats méditerranéens. Les facteurs intervenant dans cette formule sont les suivants:

P - Pluviosité annuelle moyenne en mm

M - Moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

m - Moyenne des minima du mois le plus froid en °C

La formule d'EMBERGER est l'expression de trois facteurs climatiques principaux:

- la pluviosité exprimée par P
- la sécheresse du climat exprimée par $\frac{M + m}{2}$
- l'évaporation exprimée par M - m

Le quotient pluviothermique a pour expression: $Q = \frac{P}{\frac{2(M + m)}{2} (M - m)}$

(Pour faciliter les calculs, ce quotient est multiplié par 100). Mais comme deux stations à climat différent peuvent avoir le même quotient Q, ce quotient a été combiné, sur un système de coordonnées, avec la moyenne des minima du mois le plus froid, ce dernier en abscisses et le quotient en ordonnées. Un climat est d'autant plus sec que le quotient est plus faible et que m est plus grand.

L'analyse des quotients obtenus, a permis à EMBERGER, de distinguer dans les climats méditerranéens cinq étages principaux. Ces étages sont, en allant des climats les plus arides vers les plus tempérés, les suivants:

- 1) L'étage méditerranéen saharien.
- 2) L'étage méditerranéen aride.
- 3) L'étage méditerranéen semi-aride.
- 4) L'étage méditerranéen sub-humide.
- 5) L'étage méditerranéen humide.

Un essai de classification du climat des différentes régions écologiques d'Israël, sur la base du quotient pluviothermique et du système de coordonnées d'EMBERGER a été entrepris. Les quotients pluviothermiques des stations typiques de la Plaine Côtière, des Montagnes Centrales, des Vallées Intérieures et du Néguev ont été portés en ordonnées sur le graphique des climats méditerranéens d'EMBERGER, et leur moyenne des minima du mois le plus froid en abscisses.

Les résultats obtenus ont été portés sur le diagramme No. 1. L'analyse des résultats montre:

- Que la plupart des régions écologiques d'Israël ont un climat semi-aride et que ces régions sont situées surtout dans la partie inférieure ou moyenne de l'étage, dont les moyennes des minima du mois le plus froid sont élevées.
- Que seules deux régions ont un climat méditerranéen sub-humide: le Carmel et la Haute Galilée. Ce sont ces deux régions qui posent le moins de problèmes pour le reboisement.
- Q'un certain nombre de régions appartiennent à l'étage méditerranéen aride: Les Vallées du Jourdain et de Bet Shean, situées au-dessous du niveau de la mer dans la région de la Grande Faille, et le Néguev Septentrional.
- Que les abords de la Mer Morte et la Vallée de L'Arava appartiennent à l'étage méditerranéen saharien.

Le quotient pluviothermique d'EMBERGER a été calculé pour chacune des régions, soit sur la base des précipitations et des températures de la période 1901 - 1930, soit sur la base de ces mêmes facteurs, de la période 1920 - 1950. Les résultats portés sur le graphique montrent, pour presque toutes les régions, un accroissement de leur aridité entre 1930 et 1950.

Chapitre III

LE BILAN HYDROLOGIQUE D'ISRAËL ET LE REBOISEMENT

A. INTRODUCTION

Le facteur principal qui, actuellement freine le développement de l'agriculture en Israël n'est point le manque de terres mais celui des ressources en eau. Les possibilités annuelles d'exploitation des eaux avaient été fixées à 1,8 milliards de m³ d'eau vers le milieu des années 50. Les cinq dernières années consécutives de sécheresse ont compromis même ce chiffre modeste.

Depuis 1957/8 la consommation annuelle d'eau d'Israël a pu être maintenue, grâce à de sévères mesures d'économie, entre 1.250 et 1.300 millions de m³, et ceci, malgré un accroissement de la population de 300.000 habitants, une augmentation de plus du double de la consommation industrielle d'eau, et une extension de la superficie des terres irriguées de 25.000 ha (dont 9.000 ha d'agrumes). Actuellement, sur près de 550.000 ha de terres irrigables au Nord d'une ligne située à 12 km au Sud de Beer Sheva, seuls 150.000 ha sont irrigués. Ce sont ces données sur le problème hydrologique d'Israël qui sont à la base de la controverse actuelle sur l'influence des diverses formations forestières sur le régime des eaux superficielles et souterraines du pays.

B. DISTRIBUTION REGIONALE DES RESSOURCES EN EAU

Le bilan des ressources en eau annuellement exploitables pays comprend:

1. Les eaux superficielles de fleuves et de sources situées surtout sur le versant Est, dont les eaux du Jourdain et les sources de Bet Shean, et en partie sur le versant Ouest qui comprennent les eaux des rivières Naaman, Taninim et Yarkon.

2. Des nappes aquifères souterraines concentrées surtout sur le versant Ouest, et qui comprennent les nappes du Turonien-Cénomanién, de l'Eocène, du Plio-Pleistocène et la nappe basaltique.

3. Des eaux de ruissellement superficiel concentrées surtout dans les bassins versants du versant Ouest et dont les débits les plus importants sont ceux évacués par les rivières et oueds du Kishon, du Soreq, du Lahish, du Shiqma et du Bessor.

4. A ces eaux naturelles doivent s'ajouter les quantités d'eaux traitées qui seront obtenues grâce à la purification de l'effluent des principales agglomérations urbaines.

Comme la forêt est à même d'exercer son influence sur la majorité des sources sus-mentionnées, l'étude de l'influence

hydrologique de la forêt est nécessaire dans le cadre de l'étude éconómico-sylvicole du reboisement.

C. BESOINS EN EAU PRESENTS ET FUTURS

En 1961, la population d'Israël atteignait 2,2 millions d'habitants. Les terres irriguables d'Israël, au nord d'une ligne située à 12 km au Sud de Beer Sheva, ont été évaluées par le Service de la Conservation des Sols à 550.000 ha. Les terres irriguées à cette date atteignaient 27% des terres irriguables.

Les quantités d'eau consommées en 1961 ont été de 1 milliard de m³ pour l'agriculture et 0,3 milliard pour l'urbanisme et l'industrie.

La population d'Israël pour 1980 sera, d'après les plans envisagés, de l'ordre de 4 millions d'habitants. Même si l'on desirait freiner le développement de la production agricole, il sera absolument nécessaire, afin de pourvoir aux besoins accrus en légumes, fruits et produits laitiers, d'augmenter la surface des terres irriguées. Les besoins supplémentaires en eau dus à cette augmentation de la population, à l'élévation générale du niveau de vie, aux nouvelles industries qui seront créées, ceux : nouvelles terres à irriguer, dépasseront largement les deux milliards de m³. Même si toutes les sources potentielles étaient, à cette date, mises en exploitation, elles s'avèreraient insuffisantes à pourvoir aux besoins. D'où la nécessité de créer de nouvelles sources d'eau douce.

D. SOURCES FUTURES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOUCE

La source future d'approvisionnement en eau douce d'Israël est la conversion des eaux salines. Cette conversion comprend l'utilisation des eaux saumâtres et surtout celle de l'eau de mer.

La quantité théorique minima d'énergie nécessaire au dessalement d'un m³ d'eau de mer est de 0,7 kw/h; pratiquement, la quantité d'énergie nécessaire est de beaucoup supérieure. Au prix de l'énergie doivent s'ajouter les coûts d'investissement et les dépenses opératoires. Les progrès réalisés, ces dernières années, ont déjà fortement réduits le prix de l'eau douce obtenue à partir de l'eau de mer. Certaines techniques permettent de fabriquer en 1964 cette eau pour 0,25 dollar le m³. On peut s'attendre, grâce aux progrès des techniques, à voir dans un proche avenir le dessalement devenir un objectif économiquement réalisable.

En Israël, des plans d'utilisation de la chaleur émise par les centrales thermiques, (chaleur qui était perdue jusqu'à présent) en vue du dessalement de l'eau de mer sont à l'étude, et toutes les nouvelles centrales qui seront créées dans l'avenir seront munies d'installations permettant ce traitement. Ceci aura pour résultat l'accroissement du potentiel en eau douce du pays, dans un avenir pas très lointain, ce qui améliorera de beaucoup la situation, mais sera loin de répondre aux besoins croissants de la population.

La production en masse de l'eau de mer 'désalée' se fera lorsque son prix sera assez bas pour qu'elle puisse être utilisée en grand dans l'agriculture. Ce développement est lié aux progrès réalisés dans l'exploitation de l'énergie atomique. Tenant compte du développement des techniques de ces dernières années on peut s'attendre à voir cette question résolue d'ici dix à vingt ans.

La situation géographique d'Israël est telle que la moyenne de la distance de la grande majorité de ses plaines convenant à une agriculture irriguée à la mer, est de moins de 15km. Si on sait que plus des trois quarts de la population urbaine, ainsi que les principales industries, sont concentrées le long de la côte méditerranéenne, et que des problèmes de transport lointain des eaux traitées n'existeront pas, on peut affirmer que la résolution du problème du désalement de l'eau de mer résoudra également le problème de l'approvisionnement en eau du pays.

Aussi l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique des différentes régions écologiques est un problème limité dans le temps. Sa résolution, pour pouvoir être utile, doit fournir des solutions immédiates, qui devront servir tout au plus durant les deux prochaines décennies.

E. COMPOSANTES DU PROBLEME DE L'INFLUENCE DE LA FORET SUR LE BILAN

HYDROLOGIQUE D'ISRAEL

Il aurait été nécessaire de définir l'influence hydrologique que la forêt joue actuellement, pour chaque région écologique d'Israël, en se basant sur une expérimentation de large envergure. Or, dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible d'obtenir rapidement par des expériences suivies, une réponse sur l'influence des différentes formations végétales sur le bilan hydrologique des différentes régions. Aux Etats Unis, 20 années d'expérimentations dans ce domaine sont généralement nécessaires pour tirer les premières conclusions. Les crédits à allouer pour mener à bien de telles expériences sont très élevés. Or, il est certain que d'ici 25 - 30 ans, comme nous venons de le dire, ce problème aura perdu pour Israël de son acuité, et les réponses fournies par les expériences n'auront plus aucune utilité pratique. Actuellement la seule façon pratique d'aborder le problème de l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique annuel d'Israël et des mesures à prendre en vue de l'améliorer est de décomposer ce problème en ses différentes composantes, et d'étudier séparément chacune d'elles en se basant sur l'étude écologique des différentes régions, sur le comportement hydrologique des essences convenant à leur reboisement, sur l'expérience acquise en Israël et dans les pays à conditions écologiques semblables, dans la mise en oeuvre des différentes solutions.

Les principales composantes du problème de l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique d'Israël et des mesures à prendre en vue de son amélioration, sont les suivantes:

1. L'influence de la forêt sur les précipitations.
2. L'influence de la forêt sur l'approvisionnement en eau des nappes phréatiques:
 - La nappe du Turonien-Cénomanién
 - La nappe du Plio-Pleistocène
 - La nappe de l'Eocène
3. L'influence de la forêt sur l'amélioration du rendement et la purification des eaux de ruissellement superficiel.
4. L'influence des rideau-abri et des brise-vent sur le besoins en eau agricoles.
5. La forêt et le problème du drainage.
6. La forêt et le problème d'utilisation des eaux salines.

F. INFLUENCE DE LA FORET SUR LES PRECIPITATIONS

L'influence de la forêt sur le climat a été établie par des études conduites sur plusieurs points du globe. Ces études ont démontré que le climat en forêt et sur les territoires avoisinants est en général moins marqué aux extrêmes, plus froid, plus humide et plus égal. Si le climat général vient à changer, la forêt crée très souvent autour d'elle les conditions de sa propre existence. Le rejet par la forêt de vapeur d'eau provoque un accroissement de l'humidité absolue et surtout de l'humidité relative, résultant du refroidissement de cette vapeur d'eau par la forêt. Ceci accroît les chances de condensation de l'eau des nuages. De plus, les arbres de la forêt, par leur altitude, agissent comme de basses collines augmentant ainsi les chances de précipitations. La friction des masses d'air humide avec la surface irrégulière des cimes peut restreindre le mouvement de ces masses et causer leur ascension dont résultent de nouvelles précipitations. Toutes ces actions conjuguées peuvent amener un accroissement des précipitations de 3 à 4 %.

Quant à savoir si le reboisement permet d'accroître les précipitations d'une région donnée de façon beaucoup plus appréciable, la question est encore très controversée. Des observations conduites à Nancy à la fin du siècle dernier, durant une douzaine d'années, avaient permis d'aboutir à la conclusion que la forêt avait accru les précipitations de plus de 20%. Entre le début et la fin du 19ème siècle, il y a eu dans la région des Landes françaises, après son reboisement en pin maritime, un accroissement très appréciable des précipitations.

Les hydrologues forestiers soviétiques affirment que la créations des bandes forestières, dont l'action peut se comparer à celle des forêts, a eu comme résultat, dans les steppes méridionales de Russie, un accroissement des précipitations de l'ordre

de 10%. En Algérie, des études de l'ancienne Station de Recherches Forestières avaient fait apparaître un gain de précipitations de 8% sur les forêts en comparaison avec celles des terres nues.

D'autres chercheurs se montrent beaucoup plus réservés sur cette action et vont jusqu'à nier complètement l'influence des forêts sur l'accroissement des précipitations.

En tout cas, le fait est qu'en Israël, les deux régions qui reçoivent les plus fortes quantités de précipitations, le Massif du Carmel et la Haute Galilée, sont également les régions les plus boisées. La Basse Galilée et les Monts Ephraïm, régions d'altitude similaire à celle du Massif du Carmel, situées au Nord-Est de ce dernier mais relativement dénudées, reçoivent en moyenne 20% de moins. Comme toutes les montagnes d'Israël qui pourraient être reboisées, présentent leur versant Ouest (qui est le principal versant sur lequel pourraient être effectués des travaux de reboisement en grand) aux vents humides porteurs de pluie soufflant de l'ouest à l'est, et comme ce versant Ouest est le premier obstacle rencontré par ces courants humides venant de la Méditerranée, on peut affirmer que le reboisement de ce versant contribuera à accroître les quantités des pluies annuelles reçues.

G. INFLUENCE DE LA FORET SUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES NAPPES

PHREATIQUES

1. La nappe du Turonien- Cénomanién - Cette nappe est située sur le versant Ouest de la Chaîne Centrale de Montagnes. Elle forme une bande plus ou moins continue allant de la frontière Septentrionale jusqu'au Nord de Beer Sheva. De cette nappe jaillissent quelques unes des principales sources du pays. Elle a donné naissance, au Nord du Carmel aux sources du Naaman, et au Sud du Carmel aux sources du Taninim et du Yarkon.

Les surfaces des terrains alimentant la nappe sont les suivantes:

Région du Nord	66.000 ha
Région du Centre	68.000 ha
Région du Sud	135.000 ha

C'est cette nappe qui fournit la part la plus importante des eaux souterraines qui alimentent les terres irriguées et les villes de la Plaine Côtière. Aussi la nécessité d'obtenir le maximum d'eau de cette nappe a-t-elle préoccupé les responsables du ravitaillement en eau du pays et d'autres chercheurs qui ont été amenés à s'occuper du problème de l'influence de la forêt sur la production d'eau souterraine des formations du Turonien-Cénomanién.

GOLDSCHMIDT et ROSENAN, se basant sur une formule empirique qu'ils ont adoptée estiment que l'évapotranspiration actuelle de la

végétation enlève annuellement en moyenne à la nappe phréatique du Turonien-Cénomanién, tenant compte de la pluviosité, entre 380 et 410 mm de pluie. Le tableau suivant résume les conclusions auxquelles ils sont arrivés:

Pluviosité annuelle moyenne	550	850
<u>Se subdivise comme suit:</u>		
Evapotranspiration actuelle	380	410
Eaux de ruissellement	10	25
Enrichissement de la nappe phréatique	160	415

Un groupe d'étude, sous la direction de SHAHORI a fait le point des résultats de plus de 150 travaux de recherches (pour la plupart américains) sur l'influence de la végétation sur le régime des eaux. Extrapolant les résultats de ces travaux aux conditions d'Israël, le groupe est arrivé à la conclusion que la forêt, comparée au pâturage, réduit l'approvisionnement en eau de la nappe phréatique de 90 mm/an.

STANHILL (1963), se basant sur des résultats de mesures de l'évapotranspiration par la méthode de la radiation d'ondes courtes, effectuées par lui sur le Massif du Carmel, a conclu que la végétation forestière consomme par an 65 mm de plus que la végétation de pâturage.

Une étude expérimentale sur l'influence de la végétation arbus-tive et de pâturage sur le bilan hydrologique, sous la direction de ROSENAN et SHAHORI est en cours depuis 1959. Jusqu'à présent, ces expériences n'ont pas permis de tirer des conclusions probantes. On est donc loin encore d'avoir éclairci ce problème, et la seule façon de l'aborder est d'analyser ses caractéristiques principales.

Les principales caractéristiques hydrologiques des terrains du Turonien-Cénomanién sont les suivantes:

- Les sols du type "terra rossa" formés sur les calcaires durs de cette formation sont rocheux, extrêmement superficiels (de l'ordre de 15 à 30 cm) et par conséquent, leur capacité de rétention d'eau est très réduite.
- Par suite de la nature karstique des terrains, les eaux s'in-filtrent rapidement à travers des roches fendues non retentrices d'eau, de sorte que le ruissellement superficiel est insignifiant.

- L'épaisseur de la couche rocheuse séparant la nappe phréatique du sol rend impossible la remontée des eaux souterraines en surface.

Le ruissellement sur le Turonien-Cénomanién est presque nul car l'eau s'infiltré à travers les fissures des terrains karstiques de cette formation, et sert à alimenter la nappe souterraine du même nom. Il ressort d'observations faites en 1957/8 par le Service de la Conservation des Sols, sur trois petits bassins de réception de 1.000 à 2.500 ha de superficie situés sur le Massif du Carmel et appartenant géologiquement au Turonien, que le ruissellement égalait 1 à 2% de la pluviosité annuelle. Ce fait avait déjà été observé auparavant, et les hydrologues israéliens estimaient à un maximum de 3 à 4% de la pluviosité annuelle les quantités d'eau de ruissellement du Turonien-Cénomanién atteignant les oueds de la plaine. Les quantités d'eau disponibles pour la végétation sur ces terrains, en été, sont donc les eaux qui ont été emmagasinées dans le sol superficiel. Tenant compte de ces caractéristiques, il est extrêmement douteux que des espèces forestières à enracinement superficiel puissent consommer des quantités d'eau supérieures à celles des espèces à pâturage.

Dans la région du Turonien-Cénomanién, le problème n'est pas de choisir entre la végétation forestière qui accapare une partie des précipitations, ou bien la roche nue qui permet un enrichissement maximum de la nappe phréatique. Car la végétation forestière s'installe, qu'on le veuille ou non, sur la plupart des sols des régions à climax forestier de la partie méditerranéenne du pays. La preuve en est l'accroissement considérable des surfaces du Batha, de la Garigue et du Maquis, résultant de la diminution considérable du nombre de chèvres qui pâturaient en montagne. Ainsi, sur la route frontalière de la Haute Galilée qui sépare Israël du Liban, à quelque 700 m d'altitude, en pourrait voir en 1951, trois ans après l'établissement de l'Etat d'Israël, du côté du Liban où le pâturage continuait, un terrain à végétation rare où la "terra rossa" apparaissait nue entre les rochers sur de larges surfaces. Par contre, du côté d'Israël, où les terres étaient abandonnées depuis un temps relativement court, le sol s'était complètement recouvert d'une végétation arbustive. Les éléments du maquis avaient atteint déjà 1,50 m de hauteur. Le Massif du Carmel, qui, avant 1948, possédait des larges surfaces sans végétation arbustive servant de pâturage à des dizaines de milliers de chèvres, a vu peu à peu, après la mise en défens de la plus grande partie de ses pâturages, la végétation arbustive reprendre le dessus, le maquis se refermer sur de larges surfaces et devenir inextricable. Dans d'autres régions du Turonien-Cénomanién on voit le Batha et la Garigue conquérir chaque année de nouvelles surfaces.

Le climax de la région des Montagnes Centrales Septentrionales étant la forêt, il fallait s'attendre à ce que, dès que les causes empêchant son rétablissement auraient été écartées (en ce cas le pâturages des chèvres), elle aurait conquis sa place de droit. Cette forêt forme un maquis à base de Quercus calliprinos, composé d'essences d'une vitalité extraordinaire à racines extrêmement

puissantes trouvant leur voie dans tous les interstices du sol et arrivant même à perforer les calcaires durs et à s'y frayer un chemin. Ce maquis n'a aucune valeur économique. La densité de son feuillage fait que les pertes d'interception sont relativement élevées. La pénétration en profondeur de ses racines a pour résultat l'exploitation de l'eau d'une couche beaucoup plus profonde que celle d'autres essences. Aussi toute solution pour l'amélioration du rendement en eaux souterraines des terrains du Turonien - Cénomaniens doit comprendre des mesures en vue de se débarrasser économiquement de ce maquis. Son enrésinement s'avère être actuellement la meilleure solution pratique.

2. La nappe de l'Eocène - Les principales concentrations de terrains Eocènes du versant occidental de la Chaîne des Montagnes Centrales intéressant le bilan hydrologique du pays sont les suivantes:

Surface en km²

- Les terrains Eocènes du Nord-Est du Carmel	110
- Les terrains Eocènes de Menashé	75
- Les terrains Eocènes de Lahish	870

- a. Les terrains Eocènes situés au Nord-Est du Carmel sont relativement perméables. Les eaux des précipitations pénètrent bien le sol et se concentrent en profondeur sur une couche imperméable. De là, ces eaux sont exploitées par pompage. Les problèmes hydrologiques de cette région liés au reboisement sont ceux du développement trop prononcé d'une végétation de maquis.
- b. Les couches supérieures des terrains Eocènes de Ménashé sont assez perméables. Ils s'imperméabilisent en profondeur. Les eaux se concentrent sur cette couche imperméable et apparaissent ensuite sous forme de sources le long des trois cours d'eau semi-pérennes: le Senonit, l'Ada et le Barakan (qui forment les trois affluents de la rivière Taninim). Si les précipitations ne sont pas très intenses, les eaux de pluie ont le temps de s'infiltrer et la majorité des eaux souterraines jaillit de sources et s'écoule doucement vers la mer. Le pourcentage en poids des matières en suspension ne dépasse pas 100 millionièmes. Mais dès que les précipitations dépassent la capacité d'infiltration, des quantités impressionnantes d'eau de ruissellement superficiel commencent à se former. Ces eaux contiennent entre 1.500 et 2.000 millionièmes de matières en suspension, avec des maximum de 6.000 mg par litre.

Quelques travaux de reboisement, surtout en pins d'Alep, ont été effectués dans cette région (quelques milliers d'ha). Ceci a eu pour effet la diminution du ruissellement superficiel et de la fréquence des inondations. La forêt a eu également pour résultat une régularisation des débits, l'écoulement des sources se poursuivant sur une plus longue période.

c. Les terrains Eocènes de Lahish au Sud-Ouest de Jérusalem sont beaucoup plus imperméables, mais les précipitations sont ici beaucoup moins importantes. Pourtant ces terrains auraient pu apporter leur contribution au bilan d'eau général du pays n'étaient les difficultés énormes d'exploitation de ces eaux (nécessité de traitement des roches par l'acide, coût élevé, faible rendement des puits et salinité des eaux). En année pluvieuse, le débit des eaux de ruissellement de ces terrains est très fort, et l'année 1963/64 peut servir d'exemple. Ces eaux, s'ajoutant aux eaux de ruissellement superficiel des terrains alluviaux de la Plaine Côtière, ont provoqué des inondations. On peut noter que des travaux de reboisement en pins, faits sur ces terrains au cours des dernières années, ont réussi au delà de toute espérance, malgré la faiblesse relative des précipitations et l'apparition, ces dernières années, de très fortes sécheresses.

Le reboisement, surtout en pin d'Alep - essence adaptée à ces régions - pourra donc devenir un facteur de première importance pour l'amélioration de la qualité, la régularisation du débit et l'accroissement des quantités des eaux de ruissellement.

Un des rôles principaux de la forêt, sur ces terrains, est de réduire sensiblement le ruissellement superficiel qui se monte en moyenne à 20 - 25% des précipitations, mais qui, lors des averses et des fortes pluviosités, peut atteindre des pourcentages de beaucoup supérieurs. Comme les intensités dans quelques unes des régions de l'Eocène peuvent atteindre plus de 1 mm/minute, la forêt contribuera à réduire les débits maximum des eaux de ruissellement par les actions suivantes:

- L'interceptions des précipitations par les cimes et les troncs permettra l'écoulement de l'eau des averses au sol, durant une période de temps beaucoup plus longue.
- La litière forestière agira comme une éponge qui retiendra et régularisera l'écoulement.
- Les racines des pins ouvriront des sortes de canalisations dans la roche tendre, ce qui permettra d'accroître le pouvoir d'emmagasinement de ces roches.

Le reboisement, surtout en pin d'Alep - essence adaptée à ces régions - pourra donc devenir un facteur de première importance pour l'amélioration de la qualité, la régularisation du débit et l'accroissement des quantités des eaux de ruissellement exploitables

3. La nappe du Plio-Pléistocène - La nappe aquifère du Plio-Pléistocène s'étend tout le long de la côte, de la frontière libanaise à la frontière égyptienne. La géologie de la nappe est assez compliquée. On pourrait la comparer à des bandes parallèles de direction Est-Ouest, composées d'horizons perchés se drainant directement dans

la Méditerranée. Cette nappe aquifère, d'importance locale, est formée de sable et de grès calcaire posés sur une couche de marne imperméable nommée "saquia".

Au Nord du Massif du Carmel, la surface de cette nappe est assez limitée. Elle longe ensuite le Massif du Carmel jusqu'à Binyamina et s'élargit jusqu'à 10 km près de Hadera, pour atteindre 30 km dans la partie Sud de la Plaine Côtière.

Cette nappe aquifère est alimentée surtout par les précipitations qui tombent sur la Plaine Côtière entre Novembre et Mars et qui l'enrichissent par infiltration.

Les quantités d'eau infiltrées qui atteignent la nappe souterraine durant une année donnée dépendent des précipitations totales, de leur distribution (une trop faible intensité fait qu'une grande proportion de l'eau est perdue par suite de l'interception par la végétation), des températures régnant durant la saison, et aussi de la structure des terrains. Les terrains les plus fortement producteurs d'eaux souterraines, sont les dunes de sable mouvant privées de végétation. Les dunes côtières occupent une superficie de 26.000 ha, soit 15% de la surface de la Plaine Côtière, mais leur contribution annuelle égale 27% du débit de la nappe du Plio-Pleistocène. A certain endroits, l'enrichissement par les dunes peut atteindre 60% des quantités reçues.

Par contre, les terres alluviales lourdes ne contribuent que de façon infime à l'enrichissement de cette nappe. Ceci est dû au très fort pouvoir de rétention des terres (eaux capillaires 35%) ainsi qu'aux pertes très élevées dues à l'évapotranspiration durant la saison sèche. Il faut noter également que par suite de la faible perméabilité de ces terres, le ruissellement superficiel est très fort. Dans beaucoup de cas, le débordement des oueds qui suit les pluies torrentielles est dû, non pas, comme on pourrait le croire, au ruissellement des eaux superficielles des terrains de la Chaîne Centrale de Montagnes, mais à l'écoulement des eaux de ruissellement provenant des terres alluviales lourdes de la Plaine Côtière.

Les principaux problèmes concernant l'enrichissement et l'exploitation de la nappe souterraine du Plio-Pléistocène liés au reboisement sont les suivants:

- a. Les Dunes Côtières - Le rendement maximum en eaux souterraines par unité de surface des Dunes Côtières est lié à la dénudation de ces dunes. Or, comme ces dunes sont en mouvement, la protection des ouvrages de génie tels que routes, puits, barrages, réservoirs, pipe lines etc, installés sur les dunes ainsi que l'aménagement des embouchures de la plupart des rivières et oueds qui se jettent dans la Méditerranée, exigent la fixation de ces dunes par une végétation arbustive, ce qui a comme résultat la diminution du rendement en eau des sables. La création, sur les sables, de parcs et jardins et de zones vertes autour des agglomération urbaines de la Plaine Côtière aboutira au même

résultat. Il faut également noter que, d'année en année, les surfaces des dunes côtières qui se couvrent d'une végétation herbacée et arbustive naturelle, s'élargissent, surtout depuis que le pâturage sur ces dunes a cessé, il y a une quinzaine d'années. La nécessité s'impose donc de rechercher un certain équilibre afin d'une part de ne pas couvrir les sables dans les années à venir par une végétation forestière trop dense, pour ne pas diminuer les ressources en eau du Plio-Pleistocène, et d'autre part de créer des plantations de fixation pour la protection des ouvrages de génie et autres projets.

b. Les terres légères et alluviales de la Plaine Côtière -

- 1) Brise vent-Sur les terres légères et alluviales de la Plaine Côtière qui servent surtout aux plantations d'agrumes, le problème d'un brise vent efficace qui n'ait pas un système radiculaire trop prononcé et ne soit pas trop exigeant en eau a été résolu depuis longtemps. L'espèce qui a donné les meilleurs résultats a été le Cupressus senpervirens, et la plupart des brise vent de la Plaine Côtière ont été créés avec cette espèce.

2) Plantations exploitatrices d'eau douce -

- Les Eucalyptus- Deux séries de plantations d'eucalyptus exercent actuellement leur influence sur le régime des eaux du Plio-Pleistocène:

Les anciennes forêts d'Eucalyptus camaldulensis situées dans les environs de Hadera-Zihron, qui occupent une surface de 600 ha et qui ont servi à drainer les marais. Actuellement ces forêts utilisent, grâce à leur enracinement profond et large, en plus des eaux de précipitation, une partie appréciable des eaux souterraines ainsi que les eaux capillaires et d'irrigation des terres avoisinantes.

Les plantations routières d'Eucalyptus camaldulensis qui s'alignent sur une longueur de plus de 600 km, et sont surtout situées dans les terres légères et lourdes de la Plaine Côtière. Ces plantations puisent leur eau dans les terres limitrophes aux routes, généralement irriguées, ce qui a pour effet un accroissement des besoins en eau d'irrigation et une diminution des quantités d'eau atteignant la nappe phréatique.

- Les Peupliers - Des plantations de peupliers euraméricains et chiliens ont été créés en partie sur les sables, et en partie sur les terres alluviales de la Plaine Côtière; elles exigent, en plus de leur consommation en eaux souterraines, des quantités très appréciables d'eau d'irrigation.

L'enrichissement de la nappe phréatique du Plio-Pleistocène est donc lié à des facteurs forestiers sur lesquels l'homme peut

exercer son influence.

G. INFLUENCE DE LA FORET SUR LE RENDEMENT ET LA PURIFICATION DES
EAUX DE RUISSELLEMENT SUPERFICIEL

1. Oueds du Versant Occidental - Israël possède, sur le versant Ouest de la Chaîne Centrale, dix oueds principaux qui déchargent annuellement, en moyenne, 100 millions de m³ d'eau dans la Méditerranée. Ces eaux sont perdues pour l'exploitation et leur perte se fait d'autant plus sentir que la Plaine Côtière est déficitaire en eaux douces. Ces eaux charrient des quantités énormes de matières en suspension provenant de l'érosion par la pluie des sols. La nécessité s'impose d'aménager ces bassins versants afin de:

- Maintenir, et si possible accroître les quantités d'eaux superficielles et souterraines exploitables fournies par les bassins versants.
- Maintenir et améliorer la quantité des eaux.
- Réduire au minimum les dégâts de l'érosion et prendre des mesures afin de limiter l'envasement des réservoirs et des champs d'infiltration situés sur les Dunes Côtières.
- Drainer les terres agricoles.

Il est très douteux que l'on arrive à aménager les bassins en vue de la récupération maximum et de l'amélioration de la quantité des eaux, sans faire appel à des mesures de reboisement, qui devront être combinées à des mesures de conservation des sols. Ces mesures sont d'autant plus nécessaires que les deux tiers des précipitations, dans la plupart des régions, sont concentrées durant un nombre limité d'heures et que certains terrains sont relativement impénétrables, ce qui crée, à certains moments, de telles quantités d'eaux de ruissellement à évacuer que le lit de l'oued ne peut les aborder. Il en résulte des inondations.

Les principaux oueds du versant occidental en train d'être aménagés ou dont les projets d'aménagement sont à l'étude sont les suivants:

Bassins versants(en allant du Nord au Sud)	Surface du bassin en km2	Précipitations annuelles moyenne en mm (1901-1930)	Quantités de précipitations reçues par le bassin en million de m3	Débit moyen annuel en million de m3
Kishon	1089	561	611	28
Hataninim	181	569	103	13
Goreq	705	570	402	13
Lahish	1006	475	478	10
Shiqma	758	380	288	5
Habessor	3390	254	793	11

2. Oueds du Versant Oriental - Les oueds du versant oriental de la Chaîne Centrale, se déversent tous, soit dans le Jourdain et ses affluents, soit dans le Lac de Tibériade, le réservoir naturel du Jourdain. Il ne peut donc y avoir possibilité de perte d'eau de ruissellement, car ces eaux peuvent être récupérées par l'exploitation des eaux du Jourdain. Le seul problème qui se pose est celui de l'érosion des terres du versant Ouest du Jourdain.

Dans la région de Tibériade on a assisté à des orages qui ont déversé jusqu'à 52 mm de pluie en 40 minutes. Ces précipitations tombant sur des terres basaltiques facilement attaquées par l'érosion, dont le coefficient moyen de ruissellement atteint 20-25%, ont créé des torrents de boue qui ont envahi la ville, causant des catastrophes, comme celle par exemple de 1933.

3. Mesures à envisager pour l'amélioration du rendement en eau des Bassins Versants - Les principaux terrains qui fournissent les eaux de ruissellement aux oueds sont les terrains calcaires de l'Eocène, les terrains de loess et les terres alluviales des plaines. Comme il a été dit ailleurs, les terrains calcaires du Turonien-Cénomaniens contribuent très peu au débit des eaux de ruissellement. Par conséquent, à côté des travaux d'aménagement des terrains de l'Eocène qui occupent généralement les parties supérieures du bassin versant, il sera nécessaire, afin d'obtenir des eaux libres de matières en suspension, d'effectuer des travaux de

conservation des sols de large envergure sur les terres alluviales qui occupent les parties basses du bassin. Tous les travaux d'aménagement, y compris les travaux de conservation des sols auront pour résultat de réduire quelque peu les quantités totales des eaux de ruissellement, mais, par contre, accroîtront les quantités d'eau disponibles et ceci grâce à deux actions distinctes:

- L'allongement de la période d'écoulement des eaux.
- L'obtention d'eau libre de matières en suspension.

L'exploitation des eaux de ruissellement en Israël, est un problème complexe, qui résulte de la méthode utilisée pour l'exploitation de ces eaux: Ces eaux sont d'abord emmagasinées dans des réservoirs près de l'embouchure des oueds. Ces réservoirs, créés sur les dunes côtières, permettent le dépôt des matières en suspension. Les eaux ainsi purifiées sont ensuite déversées dans des champs d'infiltration créés sur les dunes côtières, afin de permettre leur purification supplémentaire et leur infiltration dans la nappe souterraine du Plio-Pleistocène, d'où elles sont récupérées pour être utilisées, par pompage.

L'arrivée des eaux de ruissellement aboutit, dans le meilleur des cas, à deux résultats négatifs qui sont:

- L'envasement des réservoirs de décantation.
- La diminution du pouvoir filtrant des sables des champs d'infiltration due au contenu encore trop élevé d'éléments fins dans les eaux du réservoir après décantation.

Ceci se traduit, à longue échéance, par la création dans les dunes d'une couche de terrain imperméable, soit en surface, soit à une certaine profondeur.

Le réservoir et les champs d'infiltration du projet d'exploitation des eaux du bassin versant du Shiqma, en service depuis 1959/60, peuvent servir d'exemple concret à ce qui a été avancé:

- L'envasement du réservoir a sensiblement réduit le volume utile du réservoir.
- Des larges surfaces des champs d'infiltration situés dans les dunes se sont couvertes d'une couche assez épaisse d'argile fine ce qui a eu pour résultat une réduction sensible du pouvoir filtrant des sables.

Durant l'hiver 1963/64, qui a été relativement pluvieux, le réservoir de Shiqma s'était rempli d'eaux de ruissellement contenant des fortes quantités de matières en suspension. La décantation de ces eaux durant plusieurs jours s'est avérée nécessaire avant de pouvoir diriger ces eaux vers les champs d'infiltration. Entre temps, de nouvelles vagues d'eaux de ruissellement sont arrivées qui ont fait déborder le réservoir, et on estime qu'une quantité

L'eau égale à la production annuelle du bassin de réception a été emmenée vers la mer.

Il est à noter que, durant ces dernières années, on a utilisé des coagulants pour activer la décantation sur une large échelle, mais, vu l'énormité des dépenses nécessaires, ces coagulants ne sont pas à même de résoudre le problème.

L'aménagement hydrologique des bassins versants en vue de la régularisation, la purification et l'exploitation des eaux de ruissellement devra être une des tâches principales qui incombent au reboisement.

I. INFLUENCE DES RIDEAU ABRI ET DES BRISE VENT SUR LES BESOINS EN EAU

Il faudrait souligner deux sortes d'influences:

- Influences générales.
- Influences locales.

1. Influences générales - Les principales études sur l'influence des rideau abri et des brise vent sur le régime des précipitations sont celle qui ont été faites en Union Soviétique, sur une très grande échelle. D'après les travaux publiés, la différence entre les précipitations des zones abritées et celles qui ne le sont point, peut atteindre 10%. Les brise vent améliorent aussi le régime de la rosée, accroissant non seulement les quantités totales mais permettant également sa persistance durant une période plus longue.

2. Influences locales - L'influence des rideau abri, bienfaisante dans toutes les régions, se fera plus particulièrement sentir dans les régions arides. Là, nous avons, en plus d'une faible humidité relative qui accroît les besoins en eau, un manque absolu d'eau d'irrigation, cette dernière devant être amenée de très loin. Les brise vent, en diminuant la vitesse du vent, ralentissent les échanges gazeux entre la pellicule d'air saturé d'humidité qui entoure les feuilles et l'air sec environnant, réduisent les besoins en eau de la végétation. En ce qui concerne l'évaporation des sols irrigués due à l'influence du vent, elle est proportionnelle au taux d'humidité du sol. Plus ce taux est élevé, plus l'évaporation est forte. Aussi l'influence bienfaisante des brise vent se fait elle particulièrement sentir dans les régions irriguées.

On ne saurait trop insister sur l'influence positive que les brise vent peuvent avoir dans la lutte contre les effets asséchants des hamsin, vents chauds et secs, qui sont très souvent responsables des échecs des récoltes et des fructifications, car, durant la période où ils soufflent, les racines des plantes sont souvent incapables d'une absorption d'eau assez rapide pour contrebalancer la vitesse de l'évapotranspiration. Ce qui est d'autant plus important que la chaleur diurne est plus forte, et l'humidité relative

plus basse.

Le fait que les rideau abri occupent une certaine superficie de terrain et qu'ils nécessitent une certaine irrigation durant les premières années, ne saurait être un obstacle, car dans des régions où ces rideau abri doivent être établis les terres ne manquent pas, et le peu d'eau consommé au début sera largement récupéré par la suite. Le champ de travail des forestiers dans ce domaine est très vaste. La réussite des quelques travaux réalisés par le F.N.J. permettent de penser que la tâche pourra être accomplie.

J. LA FORET ET LE PROBLEME DU DRAINAGE

L'influence de la forêt sur le drainage des terres est connue de longue date. Et c'est un fait qu'en Israël, une des premières applications de la forêt a été de drainer des marécages afin d'en éliminer les moustiques porteurs de la malaria. Ces premières plantations, qui datent de la fin du siècle dernier, ont été faites le long de la Plaine Côtière, à Hadera, Petah Tikva, Mikve Israël. L'essence utilisée a été l'Eucalyptus camaldulensis.

Les principales zones marécageuses du pays étaient situées à l'embouchure des rivières et des oueds qui se jettent dans la Méditerranée. Les sables côtiers, en fermant l'accès des cours d'eau vers la mer, avaient provoqué le débordement de leur lit inférieur. En année humide, l'eau recouvrait des surfaces très importantes de terres, les transformant en marais.

Actuellement, la baisse relative du niveau de la nappe phréatique du Plio-Pléistocène, l'aménagement du lit des rivières et des oueds et la réduction des quantités de précipitation annuelles moyennes ont eu pour résultat une diminution très forte des inondations dans la Plaine Côtière.

Des problèmes importants de drainage existent actuellement dans les terres lourdes des Plaines Intérieures, la Vallée d'Ezdraelon en particulier. Sur ces plaines on trouve des terrains où la nappe phréatique est à une faible profondeur. Dès les premières pluies de Novembre et jusqu'à Mai, tout ces terrains se transforment en marécages. Les meilleures récoltes, sur ces terrains viennent en général, durant les années de sécheresse.

D'autres problèmes de drainage existent dans les régions de la Vallée du Jourdain et de Bet Shean. L'irrigation copieuse, nécessitée par les conditions climatiques de ces régions, a eu pour résultat une forte remontée du niveau de la nappe phréatique s'accompagnant d'une remontée de sels.

Le reboisement est à même, seul ou combiné à des moyens mécaniques, d'apporter sa contribution à la solution du problème du drainage de ces terres.

K. LA FORET ET LE PROBLEME DE L'UTILISATION DES EAUX SALINES

D'ores et déjà, Israël possède des quantités d'eaux salines

dépassant largement ses besoins. Dans un proche avenir on peut s'attendre à un accroissement des quantités d'eaux salines impropres à l'agriculture, pour les raisons suivantes:

- Diminution des précipitations annuelles moyennes, due à la sécheresse qui se continue depuis cinq ans.
- Accroissement des surfaces irriguées. Les quantités d'eaux irriguées utilisées en 1962 étaient de plus de 800 millions de m³. Les sels de ces eaux, ainsi que ceux des engrais chimiques non utilisés par les plantes, sont dissous par les eaux de pluie et rejoignent la nappe phréatique.
- Utilisation éventuelle de l'effluent purifié pour l'irrigation. La consommation annuelle du pays en sel de cuisine est actuellement de 20.000 tonnes. Presque toute cette quantité se retrouve, en plus des autres sels, dans l'effluent et rejoint la nappe phréatique.

Cet accroissement des quantités des eaux souterraines salines qui viennent s'ajouter aux eaux salines préexistantes, a comme résultat que des quantités d'eaux salines, de plus en plus importantes ne trouvent pas'emploi dans l'agriculture.

La création de plantations industrielles irriguées d'espèces forestières supportant bien le sel, pourrait être une solution économique à l'utilisation de ces eaux. Ainsi, dans la nappe du Turonien-Cénomanién, entre Tzeelim et Ramle, on pourrait exploiter plusieurs millions de m³ d'eau contenant entre 3.000 et 9.000 mg de sel par litre. D'autres quantités importantes d'eaux salines sont disponibles près de Bet Shean, dans la Plaine d'Acre, la Plaine Côtière et le Néguev, qui pourraient être utilisées pour de telles plantations.

L. CONCLUSIONS

Nous venons de passer en revue les composantes du problème de l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique du pays. La principale conclusion que l'étude a permis de dégager est que les influences de la forêt sur ce bilan varient dans chaque région. Pour quelques formations forestières et pour certaines régions cette influence est positive. Dans d'autres cas, elle est négative. Les solutions à apporter pour améliorer le bilan hydrologique sont donc très variables. Dans certaines régions, l'amélioration du bilan exigera l'arrêt des plantations et même la destruction des plantations existantes. Dans d'autres cas, les plantations forestières sont la condition expresse de l'amélioration du rendement en eau. Aussi la nécessité s'impose-t-elle d'examiner chaque cas séparément, en tenant compte des conditions écologiques, économiques et hydrologiques de la région à reboiser. Aucune solution générale d'utilisation du reboisement en vue de l'amélioration du régime hydrologique de toutes les régions d'Israël ne peut être envisagée.

Chapitre IV

ISRAEL ET LE PROBLEME DE LA VOCATION DES TERRES

A. GENERALITES

La notion de vocation des terres est apparue en France à la fin du siècle dernier. Elle a été propagée et vulgarisée par FABRE et FLAHAULT qui l'ont surtout adaptée aux terres de la région méditerranéenne. D'après FLAHAULT, ces terres ont trois vocations fondamentales:

- Leur vocation est agricole si la culture peut leur assurer le maximum de rendement qu'on peut espérer.
- Leur vocation est forestière si on ne peut les cultiver avec profit.
- Leur vocation est pastorale si les réserves d'eaux superficielles ne permettent que l'installation d'une végétation claire.

KUHNHOLTZ - LORDAT a repris la notion de la vocation des terres et y a ajouté la théorie de l'équilibre agro-sylvo pastoral, condition qu'il estime nécessaire à une agriculture saine et prospère:

D'après cet auteur, l'agriculture a intérêt à créer sur son propre domaine la majeure partie des produits dont elle peut avoir besoin. Ces produits ont trois origines possibles: la forêt, le pâturage et la culture. D'où la nécessité d'un équilibre entre la la sylva, le saltus et l'ager.

La notion de l'équilibre entre ces trois formations remonte à l'antiquité. Avec des populations à accroissement lent, décimées de temps à autre par les épidémies et les fléaux, avec une technique se développant imperceptiblement, les limites des terres à cultiver, les pâturages et les forêts d'une région donnée évoluaient à peine durant une vie humaine. Aussi la notion d'un tel équilibre pouvait-elle naître parmi les peuples anciens, tels que les Romains.

Au Moyen Age, lorsque chaque territoire vivait en économie fermée, il y eut une stabilité relative entre ces trois formations, la forêt fournissant les combustibles et le bois d'oeuvre, les prés étant utilisés pour le bétail et les champs pour la production des aliments. Il n'y avait d'ailleurs aucune division arbitraire, la forêt servait aussi comme pâturage et deux facteurs de destruction de la forêt dans la région méditerranéenne ont été la chèvre et le mouton. Dans le Nord, le taillis sous futaie fut créé, moins pour la production de bois d'oeuvre que pour la production de glands pour l'engraissement des porcs.

B. BASES DE LA VOCATION DES TERRES UTILISEES EN ISRAEL

La notion de la vocation des terres a été reprise par le Service de la Conservation du Sol des Etats-Unis qui, devant les désastres consécutifs à la déboisement et à la monoculture, a dû, pour lutter contre l'érosion, créer une classification des terres, basée sur les caractéristiques physiques du sol: texture, profondeur, topographie, pourcentage de pierres, érosion des sols, etc. Cette classification a été utilisée avec succès dans la restauration des sols, et a permis l'aménagement rationnel de plusieurs bassins versants.

Après la création de l'Etat d'Israël, la classification américaine servit localement de base à l'élaboration de cartes de vocation des terres et à la destination ultérieure des différentes terres pour les cultures, le pâturage et la forêt. La reconnaissance générale des sols ne se fit que dans la partie septentrionale du pays, située au Nord du parallèle passant 12 km au Sud de Beer Sheva, et s'étendit sur 9.514 km². De cette surface, 4.100 km² furent classés comme des terres à culture, 3.580 km² comme pâturage (cette surface comprend 1.630 km², qui après amélioration et irrigation pourraient devenir terres à culture), et 880 km² comme terres destinées à la forêt. Le reste comprenait des agglomérations, routes, etc. Le facteur économique, c'est-à-dire celui du revenu à escompter de ces terres, n'a pas été pris en considération dans cette classification.

Les terres classées comme terres à culture, dont la presque totalité est située dans la Plaine Côtière et les Plaines Intérieures, plus ou moins à proximité des sources d'eaux d'irrigation, servent surtout aux plantations d'agrumes, aux cultures maraichères et autres cultures irriguées. Elles soulèvent peu de remarques. Même si le facteur d'économie rurale prévalait, leur destination aurait été la même.

Par contre, des remarques sont à faire en ce qui concerne les terres marginales, inaptées à la culture, qui ont été classées, soit comme pâturages, soit comme terres à reboiser. La question se pose de savoir si cette classification purement physique est une base suffisante pour la vocation des terres, ou s'il sera nécessaire d'ajouter aux conditions physiques une étude économique des possibilités de ces terres car, en fin de compte, de la façon d'envisager le problème dépendra la surface et la qualité des terres allouées au pâturage et à la forêt.

C. BASES DE LA CLASSIFICATION DES SOLS POUR LE PATURAGE ET LA FORET

1. Sols pour les pâturages - D'après le Service de la Conservation des Sols, les facteurs isolés ou réunis qui limitent l'utilisation des terres pour le pâturage sont les suivants:

- Une forte pente.
- Des terres superficielles ou très superficielles (entre 0 et

45 cm).

- Des rochers couvrant le sol jusqu'à 50% de la surface.

2. Sols destinés à la forêt - Les facteurs isolés ou réunis limitant l'utilisation des terres pour le reboisement sont les suivants:

- Des pentes très abruptes.

- Des sols très superficiels.

- Des rochers couvrant plus de 50% de la surface du sol.

D. VOCATION PHYSIQUE DES TERRES D'ISRAEL

Dans l'ancienne structure agricole de la Palestine, qui vivait surtout en économie fermée, la production agricole servait à subvenir aux besoins de la famille, la vente de quelques surplus et l'achat de quelques produits manufacturés n'intervenant que très rarement.

Dans cette structure on peut bien parler d'une classification des terres entre les champs d'une part, les pâturages et la forêt d'autre part. Toute parcelle qui pouvait donner une récolte, aussi misérable fut-elle, fut mise en culture. Le pâturage fournissait un supplément de viande et de lait, La forêt naturelle, composée surtout d'essences de maquis, fournissait le bois de feu et des petites quantités de bois d'industrie.

Aussi la classification des terres basée sur l'impôt foncier, telle qu'elle s'est présentée à la fin de 1943 pour la partie Nord du pays (non compris le Néguev aride) nous permet de concevoir ce que pouvait être la classification des terres d'Israël dans le cas d'une économie de subsistance. Il serait donc intéressant de comparer ces données à celles obtenues après la reconnaissance générale effectuée par le Service de la Conservation des Sols d'Israël.

Classification des terres d'Israël (non compris le Néguev) d'après l'impôt foncier du Gouvernement du Mandat de la Palestine (1943) et d'après le Service de la Conservation des Sols (1955).

Tous les chiffres sont en km²

	Agglomérations urbaines, surfaces bâties, routes, etc.	Terres de culture	Terres incultivables			Total
			Pâturage	Forêts	Total	
Gouvernement du Mandat	280	4.400			2.720	7.400
Service de la Conservation des Sols	730	3.560	2.230	880	3.110	7.400

Ainsi, durant le Mandat, les terres à culture représentaient 50% de tout le territoire septentrional du pays (les pâturages et la forêt représentaient 37%). La classification physique du S.C.S. ne donne plus que 48%. Ceci est dû au fait qu'une partie des terres qui pouvait encore être mise en culture par des méthodes primitives telles que l'araire préhistorique utilisée encore par les paysans arabes, ne peut plus l'être dès qu'on utilise la charrue. Le fait est vrai surtout dans les régions montagneuses d'Israël, telle la Galilée. Une classification similaire des terres de cette région a donné les chiffres suivants:

Classification des Terres de la Galilée

Tous les chiffres sont en km²

	Agglomération, urbaines, surfaces bâties, routes, etc.	Terres de culture	Terres incultivables			Total
			Pâturage	Forêts	Total	
Gouvernement du Mandat	35	1.610			1.085	2.730
Service de la Conservation des Sols	95	1.050	1.045	540	1.585	2.730

La classification du S.C.S. donne pour cette région montagneuse un pourcentage des terres de culture inférieur de 36% à ceux de l'économie primitive fermée. Cette classification, purement physique n'a pris en considération que la possibilité de culture de ces terres par des instruments aratoires tirés par des attelages. Même en ce cas il a fallu éliminer un tiers des terres comme ne convenant pas à ce mode de mise en valeur.

La conclusion qui s'impose de cette comparaison est qu'en région montagneuse le simple fait de passer de la culture à l'araire primitive à la culture à la charrue tirée par des attelages (sans prendre en considération les problèmes de rentabilité) amène des changements considérables dans la vocation des terres .

E. LA RENTABILITE DES TERRES DE MONTAGNE

La colonisation des terres de la Plaine Côtière par les colons juifs, avant et après la création de l'Etat, a été généralement couronnée de succès. Les fermes individuelles ou collectives se sont assurées dix à douze ans après leur établissement, un revenu par travailleur qui peut se comparer favorablement au revenu moyen des paysans de l'Europe Occidentale. Il n'en a pas été de même en ce qui concerne la colonisation des terres de montagne. Malgré les investissements, souvent comparables le revenu y est de beaucoup inférieur, ce qui a pour conséquence une migration d'un très fort pourcentage des colons vers les villes, et leur remplacement par de nouveaux colons.

La clé du problème de l'abandon pourrait être donnée par l'analyse de la valeur globale de la production agricole du secteur juif, qui est surtout une agriculture de plaine, et celle du secteur des minorités nationales qui est, pour plus de 90%, une agriculture de montagne.

Valeur de la production agricole (prix de 1960/61)
dans les secteurs juifs et des minorités et pro-
duction annuelle par travailleur dans l'agricul-
ture (année agricole 1961/62)

	N.de tra- vailleurs dans agricul- ture	Surface cultivée (en km2)		Valeur de la produc- tion (en mil- liers de Livres Israe- liens)	Surface culti- vée par travail- leur (en ha)	Valeur de la production annuelle par travailleur	
		Total	dont irriguée			LI.	Do1.
Secteur juif	89.400	3.180	1.385	881.238	3,5	9.900	3.300
Secteur des minorités	36.400	850	30	48.258	2,3	1.325	442

Ainsi la production brute par travailleur dans le secteur des minorités nationales est seulement de 15% (soit inférieure à 1/6) de la production brute dans le secteur juif. En ce qui concerne la production nette, les différences sont moins fortes car dans le prix de production brut du secteur juif interviennent les investissements en machines, engrais, insecticides, bâtiments, etc. D'un autre côté il ne faut pas oublier que le secteur juif comprend aussi un certain nombre de travailleurs montagnards, et que si on ne les avait pas pris en considération, le revenu brut moyen en aurait été accru.

D'ailleurs ce phénomène de diminution du revenu absolu et relatif des fermes de montagne par rapport à celles de la plaine n'est pas un phénomène typiquement israélien, mais un phénomène des pays à industrie et agriculture évolués. On assiste, depuis quelques dizaines d'années, en France et en Italie, à un dépeuplement massif des régions montagneuses de ces deux pays, les terres abandonnées étant, dans la plupart des cas, d'une fertilité de beaucoup supérieure aux terres des montagnes du Turonien-Cénomaniens et de l'Eocène d'Israël.

F. LA RÉVOLUTION INDUSTRIELLE ET SCIENTIFIQUE -CAUSE PRINCIPALE DE L'ABANDON DES MONTAGNES

La révolution industrielle et scientifique a changé de fond en comble les conditions de production agricole de notre siècle. Actuellement, seules les grandes entreprises agricoles de plaine peuvent avoir un mode de production rationnel, car elles seules peuvent se permettre d'employer une machinerie complexe qui multiplie

de plusieurs fois la productivité du travail, d'utiliser en grand les engrais, les insecticides et fongicides; seules elles peuvent construire des installations d'irrigation, obtenir des crédits suffisants à des conditions raisonnables, organiser avantageusement l'achat des moyens de production nécessaires et la vente des produits, appliquer les découvertes de la science agronomique et de la biologie.

La révolution industrielle a eu aussi d'autres conséquences. Par suite des difficultés de transport des marchandises, beaucoup de régions montagneuses pauvres vivaient en économie fermée. Le développement des voies de communication, qui a accompagné la révolution industrielle, a permis d'obtenir, à meilleur marché, les produits manufacturés qui auparavant étaient fabriqués sur place. Ces échanges unilatéraux ont causé la ruine de milliers d'artisans. La production agricole locale qui auparavant ne quittait pas la région, dut être expédiée vers des marchés plus au moins éloignés, et subit par contre coup, toutes les fluctuations de ces marchés. La part du producteur a diminué par suite du coût des transports et des prélèvements des intermédiaires. Cette production montagnaise fut en outre concurrencée sur place par la production d'autres régions et même de l'étranger. Il s'en suivit une baisse absolue et relative des revenus des agriculteurs de ces régions, baisse qui, atteignant un certain niveau, forçait les agriculteurs à partir. L'agriculture de montagne a donc été la première à subir les conséquences de la révolution industrielle.

G. INFÉRIORITÉ DE L'AGRICULTURE DE MONTAGNE PAR RAPPORT À CELLE DE LA PLAINE

Les raisons qui font que l'agriculture en montagne d'Israël est handicapée par rapport à l'agriculture en plaine sont les suivantes:

1. Le facteur terre - La fertilité des terrains de montagne est, à cause des sols superficiels ou squelettiques, très riches en éléments grossiers et de composition physique et chimique défavorables, de beaucoup inférieure à celle des terrains de plaine. On peut s'attendre dans le meilleur des cas, à une récolte égalant 60% à 70% celle des plaines.

La dispersion des parcelles due à la topographie, ainsi que les fortes pentes, font que le matériel mécanique ordinaire pour la culture ne convient pas. Même lorsque l'on réussit à adapter un certain matériel aux conditions de la montagne, l'amortissement des machines, les pertes de temps dues à un parcellaire trop divisé, ont pour résultat que les frais de culture sont par unité de surface, de beaucoup supérieurs à ceux des plaines. Cette dispersion des parcelles est aussi responsable de l'impossibilité d'introduction des techniques modernes telles que la mécanisation à tous les stades, la lutte généralisée contre les maladies cryptogamiques et les insectes. Le morcellement des terres, dû aux conditions topographiques, est encore aggravé par le morcellement des exploitations

qui sont généralement individuelles, les meilleures parcelles étant subdivisées en parcelles plus petites entre les différents exploitants.

Un autre fait à signaler, dû au manque relatif de bonnes terres agricoles en montagne et du coût élevé du dépierrage, est que la surface totale de terre cultivée par unité familiale est généralement faible et très souvent inférieure à celle de l'unité des plaines, et ce malgré la faible fertilité des terres.

2. Le facteur eau - Comme la montagne ne possède pas suffisamment de sources locales d'eau, il est nécessaire de l'amener de la plaine et de la faire monter à des hauteurs très considérables. Le prix de revient de l'eau est alors supérieur de 5 à 6 fois à celui de la plaine. Ceci a eu pour résultat que les quantités d'eau allouées aux fermes de la montagne ne représentent que le 1/3 ou le 1/4 des quantités d'eau allouées à la plaine. Le prix de l'eau payé par l'agriculteur est très élevé, malgré de très forts subsides.

Le nombre des parcelles et la distance entre elles exigent des frais d'installation, d'entretien et d'amortissement des conduites d'eau de beaucoup supérieurs à ceux d'un terrain uni, et qui sont tous à la charge de l'agriculteur.

3. Le facteur investissement - Vu la faible productivité des ses terres, l'agriculteur en montagne a d'énormes difficultés pour se procurer les crédits nécessaires pour des investissements qui d'ailleurs, dans la plupart des cas, ne sont pas rentables. C'est un fait que des dizaines de Sociétés Anonymes pour l'exploitation des terres des plaines se sont formées, depuis la création de l'Etat, exploitant des surfaces considérables dans les plaines, et qu'en Israël, aucun entrepreneur agricole ne va investir des capitaux sur les terres de montagne, ces terres ne pouvant produire un revenu suffisant en égard aux capitaux engagés.

Un fort pourcentage des colons juifs qui ont été amenés à la montagne dans des fermes spécialement préparées, qui ont exigé des investissements considérables pour la construction des maisons, des bâtiments auxiliaires, d'installations d'eau, etc, ont abandonné leurs fermes et sont allés dans la ville, et ce, malgré des subsides directs (dépierrage des terres des colons réalisé par ces derniers mais payé par le Gouvernement), ou indirects (prix préférentiel de l'eau, des journées de travail).

S'il n'y a pas abandon des fermes des minorités nationales, c'est parce que la majorité des paysans y vivent en économie fermée, faisant peu d'échanges avec les autres secteurs. Le niveau de vie général de la population d'Israël devra influencer tôt ou tard sur les conditions de vie de ce secteur, et les problèmes qui se posent pour le colons montagnards juifs s'y poseront également.

C'est dans ce cadre que doit être situé le problème de la vocation des terres de montagne, et en particulier celui du pâturage.

1. APPORT DU PÂTURAGE DANS LE REVENU DES AGRICULTEURS MONTAGNARDS

Dans l'économie fermée des régions montagneuses d'Israël, l'élevage a joué un rôle de premier plan. Le niveau de vie de la population agricole des minorités était très bas et il est hors de doute que sans les ressources supplémentaires de l'élevage, beaucoup de cultivateurs n'auraient pu pouvoir à leur misérable existence.

Le pâturage avait lieu dans les champs, après les récoltes ou avant les semis, dans les plantations, mais surtout sur les terres classées comme incultivables, ces dernières constituant la principale base fourragère du bétail.

Le pâturage s'accompagnait de la destruction de la couverture vivante, tant herbacée qu'arbustive, ainsi que de l'amenuisement de la profondeur du sol dû à l'accroissement de l'érosion. Par contre, dans la région du Turonien-Cénomancien, le pâturage accroissait sensiblement les quantités d'eau qui rejoignaient la nappe phréatique.

1. Importance des ressources tirées du pâturage dans le revenu total des minorités nationales. La production des minorités nationales dont la majeure partie des exploitations se trouve en montagne, s'élevait en 1961/62 à 48,3 millions des L.I. et se répartissait comme suit:

	Millions de L.I.	%
Cultures annuelles	12,6	26
Fruits et légumes	16,2	33
Lait et viande	15,8	33
Divers	<u>3,7</u>	<u>8</u>
	48,3	100

Ainsi le lait et la viande, obtenus principalement grâce au pâturage, représentaient le tiers du revenu total de cette section de la paysannerie. Si on se souvient que le revenu annuel par travailleur de cette paysannerie n'était que de 442 dollars, on voit que, pour elle, la continuation du pâturage est absolument nécessaire.

Beaucoup d'économistes, discutant des méfaits du pâturage dans les pays méditerranéens, parlent de l'atavisme pastoral des populations qui les empêche de délaisser cette branche. Ainsi qu'on vient de le voir, dans la plupart des cas le pâturage est une nécessité vitale.

Quant à l'apport du pâturage naturel dans l'alimentation du bétail, voici, estimées pour l'année 1956, le pourcentage des

Unités Fourragères obtenues dans le pâturage naturel, par rapport aux U.F. totales consommées durant l'année:

	Secteur juif		Secteur des minorités	
	Nombre de bêtes	% des U.F. procurées par le pâturage naturel	Nombre de bêtes	% des U.F. procurées par le pâturage naturel
Chèvres	45.000	5	90.000	25-50
Chèvres	102.000	5-25	27.000	50
Chèvres bétail à viande	14.000	50	22.000	25-50
Chèvres laitières, chèvres, veaux	76.600	5		
Bêtes de trait	15.000	5	30.000	5

Ce tableau fait ressortir à nouveau l'importance du pâturage naturel dans l'alimentation totale du bétail des minorités, et la faible place de ce pâturage dans l'alimentation du bétail du secteur juif.

2. Rendement en Unités Fourragères à l'ha des pâturages méditerranéens d'Israël - En 1954, sous l'égide du Service de la Conservation des Sols et du Département de Botanique de l'Université de Jérusalem, un relevé de la végétation naturelle d'Israël fut entrepris en vue de déterminer le rendement en U.F. à l'ha des différentes régions. La méthode oculaire ou de reconnaissance de la végétation fut employée. Chaque espèce était notée, son pourcentage sur une surface donnée calculé. Le pourcentage de chaque espèce était alors multiplié par un facteur qui tenait compte de sa valeur fourragère. On obtenait, par addition, la valeur fourragère à l'ha d'un terrain donné.

Voici basé sur cette étude, le rendement moyen en U.F. par ha de pâturage des différentes régions montagneuses:

	<u>U.F./ha</u>
Contreforts de montagnes de Juda	570
Parties supérieures des montagnes de Juda	500
Haute Galilée et Galilée Occidentale	570
Montagnes du Carmel et d'Ephraïm	500

Ces chiffres, concernant de mauvais terrains de parcours rocailleux semblent trop élevés. En France, les chiffres des possibilités en U.F. des pâturages des montagnes de la région méditerranéenne sont similaires et même inférieurs alors que leurs pâturages sont de beaucoup plus riches que ceux de la Galilée.

Dans une conférence faite en Mars 1960 sur "La forêt et les pâturages naturels" I. KATZINELSON avait avancé les chiffres suivants comme rendements des pâturages méditerranéens d'Israël:

	U.F./ha
Maquis fermé	70
Maquis ouvert	240
Parc (forêt clairsemée de <u>Q. ithsburensis</u>)	460

Pour pouvoir apprécier les chiffres pour les pâturages naturels d'Israël il serait intéressant de les comparer aux chiffres des récoltes de blé et d'orge obtenues par les minorités nationales sur les terres relativement profondes, travaillées en vue d'emmagasiner le maximum d'eau, qui se trouve à proximité de ces pâturages.

Production de blé et d'orge dans le secteur
des minorités

	1949-1950 (année moyenne)		1953-1954 (année exceptionnelle)		1961-1962 (mauvaise année)	
	production en tonnes	production kg/ha.	production en tonnes	production kg/ha.	production en tonnes	production kg/ha.
Blé	7.300	400	10.500	750	4.300	270
Orge	8.300	350	12.000	700	6.600	190

La récolte moyenne à 1'ha de blé et d'orge de ces régions oscille entre 350 et 400 kg, soit 350 à 400 U.F. à 1'ha. Le nombre d'Unités Fourragères qu'il est possible d'obtenir par pâturage des terrains rocailleux limitrophes est certainement de beaucoup inférieur.

Il semble que l'erreur sur la possibilité de pâturage des terrains de montagne est due à ce que, depuis 1948, la plupart de ces terrains n'ont pas été pâturés. Comme le relevé de la végétation

n'avait été fait qu'en 1954/55, soit 6-7 ans plus tard, après un repos forcé, cette végétation avait eu le temps de se reformer et les données obtenues représentent aussi des U.F dues au repos d'un certain nombre d'années. De là, la trop forte possibilité avancée.

3. Le problème de la chèvre - En 1943, durant le Mandat, le nombre des caprins (âgés de plus d'un an) était de 325.000, et celui des ovins de 224.000, celui des bovins locaux de 243.000. Leur élevage était surtout concentré dans les montagnes, les districts montagneux de Jérusalem et de la Galilée nourrissant à eux seuls 310.000 bêtes, soit 55% du total.

Ainsi que l'analyse du revenu agricole l'a fait voir, le pâturage est, pour les habitants de la montagne, une nécessité vitale faute de quoi il ne peuvent subsister. D'où cette forte concentration de bétail sur des territoires assez restreints. Ainsi, la Galilée mandataire faisait pâturer, en 1943 sur une surface de terres dites incultivables de 108.000 ha, 97.000 caprins, 58.000 ovins de plus d'un an et 60.000 bovins de race locale. Si on estime que chacun de ces bovins consomme 5 fois plus d'Unités Fourragères qu'une chèvre ou un mouton, on arrive à la charge énorme de 4.2 chèvres ou moutons adultes à l'ha. Aussi les troupeaux n'auraient pu subsister sans l'appoint supplémentaire fourni par le pâturage des terres cultivées et de plantations fruitières après la récolte.

Actuellement, le nombre total de têtes de bétail dans le secteur des minorités nationales, concentrées principalement en Galilée, est de 134.000 caprins, 67.000 ovins et 40.000 bovins locaux.

La chèvre a été, et est encore considérée, à tort ou à raison, par la plupart des forestiers, comme l'ennemi numéro un de la forêt. Or dans les terrains du Turonien-Cénomancien d'Israël, où se trouve la majorité des pâturages de montagne, il s'est avéré que:

- La chèvre broute tout. Dans ces régions, elle accroît la capacité de production des eaux souterraines de ces terrains.
- Elle ne peut causer de dégâts là où la valeur des peuplements naturels à base de Quercus calliprinos est nulle.
- Dans la région du Turonien-Cénomancien il n'y a pas de problème d'érosion.

Cette crainte était donc injustifiée, et les mesures administratives prises, il y a plus de dix ans pour limiter le nombre des chèvres, ont eu pour résultat un accroissement de la surface du maquis.

D'ailleurs le problème du pâturage est surtout un problème économique et social. La valeur produite par la journée de travail du pâtre est la plus basse qui soit en agriculture, et le métier de pâtre est considéré, même parmi les minorités nationales, dont le niveau de vie est assez bas, comme un des métiers les plus

deshérités. Ce n'est que dans les régions les plus pauvres, les plus ingrates, les moins fertiles, où le revenu des paysans est des plus bas, que ceux-ci se voient obligés, afin d'améliorer quelque peu leurs conditions d'existence, de faire pâturer leur terres. Le problème dans le secteur juif d'Israël s'est d'ailleurs résolu de lui-même. Comme il y a peu d'amateurs pour accepter de vivre avec le revenu que le pâturage peut donner, il n'y a pas de troupeaux de chèvres dans ce secteur et ce, malgré l'existence de terrains de parcours se trouvant à proximité des résidences des colons. Et on assiste à ce paradoxe: d'un côté, des terrains de parcours qui, d'année en année se couvrent d'une végétation arbus-tive, et d'un autre côté, des paysans qui se refusent à utiliser ces terrains. La raison en est purement économique.

On a préconisé de remplacer la chèvre par un animal plus ren-table, le mouton, dans les pâturages de montagne. Mais il semble que le même revenu obtenu par l'élevage des ovins est trop bas, car depuis 1957 le troupeau ovin du secteur juif est resté pratiquement stationnaire, oscillant autour de 120.000 têtes.

4. Utilisation des montagnes méditerranéennes pour le pâturage

des bovins - Les besoins du pays en viande ont amené plusieurs experts agricoles à conseiller l'amélioration des pâturages de montagne et l'introduction de bovins en vue de subvenir, au moins en partie, aux besoins du pays. Des plans de grande envergure pour l'utilisation du pâturage naturel par l'élevage de bovins ont été élaborés. En vue de lutter contre la végétation arbustive des terrains classés comme pâturage, on recommande la destruction de cette végétation par des feux contrôlés, mesure qui aura pour résultat de détruire la végétation arbustive, de diminuer la concurrence de la végétation ligneuse, de permettre l'apparition d'es-pèces herbacées plus favorables au pâturage.

La méthode n'est pas nouvelle, elle a été utilisée par les bergers durant des millénaires, surtout sur le pourtour de la Médi-terranée, ce qui a eu pour conséquence, non seulement la destruc-tion de la végétation arbustive mais aussi la détérioration de la valeur nutritive du pâturage, d'année en année.

Pour améliorer ces pâturages en vue de l'élevage de bovins de boucherie, quelques experts ont suggéré de compartimenter les par-celles par des barrières afin de régulariser le pâturage, de détruire les mauvaises plantes (en plus de leur destruction par des feux con-trôlés) par des desherbants ou par la houe, de semer des espèces améliorantes, d'utiliser des engrais, de construire des hangars pour ombrage et de fournir de l'eau potable. Mais en économie rurale, les améliorations et les investissements fonciers faits sur des terres fertiles peuvent accroître fortement les revenus, tandis que ceux faits sur de terrains marginaux sont généralement non renta-bles. Il est extrêmement douteux que des terrains en pente, super-ficiels, rocailleux et pauvres, tels qu'ils se présentent sur la majorité des terres qui ont été destinées au pâturage, puissent jamais rembourser les investissements et les dépenses courantes. Les résultats déjà obtenus dans deux fermes à bovins expérimentales

ur des pâturages de montagne ont été décevants .

. RESUME ET CONCLUSIONS

1. Vocation actuelle des terres marginales de la montagne - Par suite des changements démographiques survenus lors de l'établissement de l'Etat d'Israël, beaucoup de terrains pâturés et une surface importante des terrains cultivés ont été abandonnés. Dans les régions montagneuses, telle la Galilée, une partie de ces terres a été remise en culture. Mais sur la majorité d'entre elles, la Garigue et le Maquis s'installent à nouveau. La plupart de ces terres avaient été classées comme terres à pâturage. Mais 16 ans après la création de l'Etat, la surface des terrains pâturés par le secteur juif, exclusivement pour l'élevage des moutons et de quelques bovins est encore infime. La question qui se pose est de savoir si l'on peut recréer des pâturages sur la majorité de ces terres, si on doit les abandonner à la garigue ou leur conférer une autre destination.

L'étude entreprise, dont les conclusions rejoignent celles d'autres études faites dans les régions montagneuses méditerranéennes de la France, permet de conclure que, même si du point de vue purement physique, la terre aurait pu avoir une vocation pastorale, les conditions économiques sont telles qu'actuellement le pâturage de la plupart des terrains de montagne méditerranéens d'Israël n'est pas rentable. D'ailleurs, si c'était économiquement faisable on l'aurait réalisé depuis longtemps, car le Gouvernement a toujours été et est intéressé à coloniser les montagnes de la Galilée. Or, tant donné le revenu extrêmement bas que le pâturage peut procurer, il est très peu probable que la surface des pâturages va s'accroître dans un proche avenir. Aussi peut-on prévoir que le phénomène d'accroissement de la surface de la forêt naturelle comprenant des essences de garigue et de maquis ira en s'accroissant, et ceci au détriment de l'enrichissement de la nappe phréatique du Turonien-éomanien. La seule solution est de reboiser ces terres avec des essences dont la consommation en eau est inférieure à celle du maquis. Il n'existe pas, actuellement, d'autre solution.

Il serait temps, également, de reconsidérer les données obtenues, il y a plus de dix ans, qui avaient fixé à 3.580 km² la surface des terres à pâturer et à 880 km² celles des terres à reboiser. Une nouvelle vocation des terres, basée sur la rentabilité économique des pâturages aurait montré que la surface de terrains à reboiser est de plusieurs fois supérieure à celle qui avait été fixée, tandis que celle des terrains de pâturage pouvant donner un revenu acceptable est très réduite.

2. L'équilibre agro-sylvo-pastoral et la montagne - Si l'équilibre agro-sylvo-pastoral était la condition nécessaire pour une agriculture saine et prospère dans les régions montagneuses, on aurait dû trouver sur certains territoires montagneux où cet équilibre existe, un arrêt de l'abandon et des signes certains d'une révolution de l'économie. Mais l'abandon des régions montagneuses se poursuit, non seulement dans les régions méditerranéennes où les conditions générales de la production agricoles sont assez défavorables, mais aussi

dans des régions beaucoup plus riches.

La cause fondamentale de cet abandon est, en général, une diminution absolue et relative du revenu des paysans par rapport au revenu moyen des paysans des régions plus favorisées, et au revenu moyen des autres travailleurs.

Les partisans de l'équilibre agro-sylvo-pastoral exposent un moyen très simple pour déterminer la vocation d'une terre: le revenu maximum. Mais ce revenu maximum est très souvent au-dessous du revenu social moyen, et l'abandon continue.

Certains, en Israël, préconisent comme solution au problème du dépeuplement des régions montagneuses la production sur place, par le paysan, de la majorité des produits dont il a besoin. Le paysan devra encore y ajouter une activité artisanale. C'est plus ou moins un retour à l'économie fermée naturelle qui, cela a été prouvé maintes fois dans les pays industriels, est impraticable.

Dejà, par suite de la plus faible productivité du travail due aux conditions naturelles défavorables, les revenus, et par suite le niveau de vie des paysans montagnards sont de beaucoup inférieurs à ceux de leurs collègues de la plaine. Et l'écart du niveau de la vie va en s'accroissant avec le développement des techniques agricoles adaptées aux conditions de la plaine mais non à celles de la montagne. Il se peut que le montagnard puisse vivre un certain temps en économie fermée partiellement, mais il est peu probable qu'il accepte de vivre encore longtemps avec un niveau de vie de beaucoup inférieur au niveau de vie moyen de l'agriculteur d'un pays donné. Les petites entreprises agricoles de montagne ne se maintiennent que grâce à une vie de travail harassant pour le fermier et sa famille, à l'appauvrissement continu de sa terre qu'il ne peut travailler dans des bonnes conditions et à laquelle il ne peut assurer les engrais et amendements nécessaires, faute de moyens. Il se peut aussi que le Gouvernement puisse, grâce à des subsides directs ou indirects, alléger son fardeau. Mais arrive un moment où il est obligé de se séparer de sa ferme et la terre retourne à la forêt.

3. La terre a-t-elle une vocation ? - La terre, milieu physique, n'a elle-même aucune vocation. L'homme lui confère une destination urbaine, la transforme en terrains de labour, en pâturage, ou bien l'abandonne à la forêt, tenant compte des intérêts des propriétaires, des besoins économiques de la société à un moment donné.

La vocation d'une terre de culture marginale peut être influencée par le développement industriel du pays, qui, en produisant des engrais utilisés par les terres fertiles de la plaine, rend la production de la terre marginale inutile; par le revenu à escompter comme l'exemple des terres à blé d'Angleterre qui furent transformées au début du 19ème siècle en pâturages à moutons qui produisaient un revenu supérieur, et ce malgré une disette d'aliments; par le développement des transports qui permet de faire venir d'ailleurs, à meilleur compte, des produits agricoles, ce qui peut

provoquer la diminution des surfaces cultivées du pays; par le développement de l'irrigation qui permet d'obtenir sur une même surface une quantité double ou triple d'aliments.

D'autre part, dans les pays sous développés, l'accroissement de la population d'un pays non suivi par une amélioration des techniques agricoles peut obliger la population à mettre en culture des terres considérées jusqu'à ce moment là comme trop pauvres.

Nous assistons actuellement à un développement sans précédent de l'industrie qui fournit à l'agriculture engrais, machines agricoles, installations d'irrigation. Les sciences agronomiques et biologiques ont fait ces dernières années de nombreuses découvertes qui ont été utilisées par les agriculteurs. Tous ces facteurs n'ont pas manqué d'influer sur la productivité du travail agricole, ce qui a permis d'obtenir en plaine, sur une plus petite surface et avec moins de travail, une production alimentaire très supérieure au rendement moyen. Ceci a eu pour résultat, dans les pays avancés, la diminution de la surface des terres nécessaires pour la production des aliments, avec comme conséquence le changement de vocation d'une grande partie des terres. Comme on peut s'attendre à un développement industriel ultérieur au service de l'agriculture et à d'autres découvertes biologiques, la vocation des terres reste donc quelque chose de dynamique qui pourra être modifié en fonction du changement des conditions techniques, scientifiques, économiques et sociales.

En Israël, d'ailleurs, les exemples ne manquent pas. A la fin du siècle dernier, des colons juifs s'étaient installés sur les terres alluviales lourdes du Sud de la Plaine Côtière, à Ekron; d'autres qui se considéraient moins chanceux, durent se contenter des terres légères à faible fertilité situées plus à l'Ouest, à Rehovot. Or, quelques années plus tard, par suite du forage de puits et la plantation d'agrumes, Rehovot était devenue une colonie florissante, tandis que Ekron, qui continuait à produire principalement le blé n'avait presque pas fait de progrès dans son développement. Les dunes de la Plaine Côtière, dont la vocation était considérée comme forestière, se sont trouvées être un appoint excellent pour l'expansion urbaine d'Israël et pour la création de centres touristiques estivaux. Leur reboisement s'avère actuellement impossible car ce sont des terrains hautement producteurs d'eaux souterraines. La résolution du problème de l'eau transformera les dunes inutilisées en excellentes terres à agrumes et à primeurs. La plaine fertile de l'Habessor, dans le Néguev, qui est en grande partie utilisée comme pâturage extensif deviendra, dès que le problème de l'eau sera résolu, une des plus riches régions agricoles du pays. Enfin les pâturages de montagnes qui pouvaient, il y a une vingtaine d'années, servir de base fourragère aux minorités dont le niveau de vie était très bas, se révèlent incapables d'assurer le revenu social moyen des paysans juifs et retournent à la forêt.

Leur vocation est donc à reconsidérer, tenant compte des considérations énoncées plus haut. Cette nouvelle vocation aura



comme résultat un accroissement très fort des surfaces à reboiser et une réduction importante des terres à pâturage.

Chapitre V

ECONOMIE DU BOIS EN ISRAEL

A. PRODUCTION LOCALE DE BOIS

Jusqu'à la deuxième guerre mondiale, la production du bois de la Palestine était négligeable, et se limitait au bois de chauffage et au bois de charbon, avec d'infimes quantités de bois d'industrie. Les besoins en combustibles étaient surtout couverts par les importations de pétrole.

Pendant la deuxième guerre mondiale, l'arrêt des importations civiles et les besoins de guerre obligèrent de faire appel, après que les réserves de bois d'importation furent épuisées, aux ressources locales. Ainsi, selon les statistiques officielles, 210.000 tonnes de bois locaux furent exploitées en 5 ans, soit une moyenne de 40.000 tonnes par an. Pratiquement, l'exploitation de fait était de beaucoup supérieure. De ces 210.000 tonnes, environ les 3/4 étaient composés de bois d'oeuvre, le reste étant fourni par du bois de feu. Les principaux utilisateurs de ces bois furent l'armée britannique (105.000 tonnes), l'industrie des contreplaqués (15.000 tonnes), la fabrication d'allumettes (7.500 tonnes). Les principaux fournisseurs de cette production ont été les 2.000 ha de bois privés d'Eucalyptus camaldulensis, des environs de Hadera.

Actuellement, la production annuelle de bois est estimée à 25.000 m³, dont 7.000 m³ de conifères, principalement des pins d'Alep et 18.000 m³ de feuillus, la grosse majorité étant fournie par le bois d'Eucalyptus camaldulensis. Sur ces quantités, 12.000 tonnes sont utilisées par une usine de panneaux agglomérés et le reste couvre les besoins de l'agriculture.

B. IMPORTATIONS DE BOIS ET DERIVES

Malgré son exiguïté, Israël est relativement un pays à industrie évoluée. Aussi les besoins en bois et dérivés par les industries du bâtiment, des contreplaqués, des panneaux agglomérés et isolants, du papier, du carton et de la cellulose sont en progression constante. Plus de 96% de ces besoins sont couverts par les importations. Les importations de grumes de bois tropicaux s'élevaient en 1962 à 95.000 tonnes et servaient à la fabrication de contreplaqués. Les sciages de feuillus, servant surtout à l'industrie du meuble et des merrains, représentaient 18.200 m³. Les sciages de conifères, utilisés principalement dans l'industrie du bâtiment, se sont élevés à 225.000 m³. Ce chiffre comprend cependant 75.000 m³ de sciages servant à l'emballage des agrumes. Les importations de papier et de pâte à papier représentaient, converties en bois sur pied, 150.000 m³. Au total, on pourrait évaluer toutes les importations de bois et dérivés à environ 760.000 m³ de bois sur pied, non compris les importations de cellulose, des matières plastiques, des fibres et de tissus à base de cellulose.

3. BESOINS EN BOIS ACTUELS ET FUTURS

La production en bois et les importations de bois et dérivés montrent qu'en 1962, les besoins du pays convertis en bois sur pied se sont élevés à 784.000 m³, soit environ 1/3 de m³ de bois sur pied par habitant et par an. Comparé à la consommation en France, qui s'élève à 1,3 m³ de bois sur pied par habitant et par an, ce chiffre semble modeste, mais si l'on sait que pratiquement toute cette consommation est importée dans sa presque totalité, on peut se rendre compte du fardeau que ces importations imposent à la balance de payments d'Israël.

Les besoins futurs en bois d'Israël pourront être évalués en se basant sur les consommations présente et passée et sur les données d'accroissement de la population du pays: cette comparaison permettra d'évaluer les tendances actuelles de la consommation de bois. Se basant sur ces tendances et sur l'accroissement envisagé de la population, il sera possible d'évaluer la consommation future.

Le tableau suivant indique la consommation d'Israël, en bois et dérivés, pour les années 1950, 1954, 1958, 1962, et le volume en bois sur pied qu'elle représente.

Consommation de bois en Israël entre 1950 et 1962

Tous les chiffres sont en milliers

	Importations				Facteur de con- version pour bois sur pied	Importation converties en m3 de bois sur pied			
	1950	1954	1958	1962		1950	1954	1958	1962
Troncs et Branches (T)	13	41	51	95	1,3	16	53	66	125
Sciages de feuillus et de merrains (m3)	6	11	13	18	2,0	13	21	25	36
Sciages de conifères (m3)	103	144	142	150	2,0	206	288	284	300
Sciages de conifères pour cais- ses d'agru- mes (m3)	55	70	70	75	2,0	110	141	170	150
Totaux (m3)						344	503	545	609
Papier (T)	14	13	27	18	2,8	38	37	77	49
Pâte à papier (T)		12	19	40	2,5		31	46	101
Totaux (m3)						38	68	123	150
Production locale (m3)						18	20	22	25
Total général (m3)						400	591	690	784
Population d'Israël						1370	1718	2032	2332
Consommation en m3 de bois sur pied par habitant						0,29	0,34	0,34	0,34

Ce tableau montre que depuis dix ans la consommation annuelle de bois et produits de bois, par habitant, y compris le bois nécessaire à la fabrication des produits d'exportation, oscille autour de 1/3 de m³ de bois sur pied. On peut donc présumer que cette tendance continuera dans les 10 à 15 prochaines années et que l'accroissement des besoins ne sera fonction que de l'accroissement de la population. Comme on envisage que celle-ci atteindra vers 1980, quatre millions, les besoins en bois sur pied seront à cette époque d'environ 1.350.000 m³. Ce chiffre ne tient pas compte des besoins en bois pour la fabrication de la cellulose, des fibres textiles artificielles à base de cellulose et des matières plastiques.

Quant aux exportations de produits dérivés du bois, elles comprennent des contreplaqués, du papier et du carton. Voici pour 1962 les produits exportés :

	<u>Tonnes</u>
Contreplaqués	16.000
Panneaux reconstitués	150
Papier et carton	9.200

Ces exportations peuvent être estimées à environ 6% des importations converties en bois sur pied. Même dans le cas où les exportations de ces produits utiliseraient, vers 1980, 10% de la consommation totale de bois, la consommation locale atteindra quand même 1.200.000 m³. C'est donc une tâche très rude qui incombe aux forestiers israéliens, s'ils veulent fournir au pays, au moins une partie de la matière bois dont il a besoin.

1. INFLUENCE DES IMPORTATIONS DE BOIS ET DERIVES SUR LA BALANCE COMMERCIALE D'ISRAEL

Ces importations massives de la presque totalité des besoins en bois n'ont pas manqué d'influer défavorablement sur la balance commerciale d'Israël, qui est de toute façon déficitaire. Les exportations de produits issus du bois et de ses dérivés manufacturés réduisent quelque peu le déficit dû à ces importations, mais celui-ci reste malgré tout très important.

Le tableau suivant résume le mouvement du commerce des bois d'Israël, pour 1962:

Importations		Exportations	
Produits	1.000 dollars	Produits	1.000 dollars
<u>I. Bois et dérivés</u>			
Troncs et branches	7.300	Contreplaqués	5.500
Sciages	14.000	Autres produits de bois	150
Pâte de bois	4.800	Papier et carton	2.550
Bois manufacturés	5.500		
Papier et articles en papier	9.900		
Total	41.500		
<u>II. Autres importa- tions à base de bois</u>			
Matériaux plastiques et cellulose régénérée	6.200		
Résines artificielles, fibres cellulosiques	11.500		
Total	17.700		
Total général	59.200	Total	8.250

Au chiffre de 59.200.000 dollars des importations, il faut ajouter les importations des menus produits de la forêt, soit 840.000 dollars, ce qui fait que toutes les importations de bois, cellulose, fibres et textiles à base de cellulose, et autres produits de la forêt se sont élevées à 60 millions de dollars en 1952.

Importations en 1962 des menus produits de la forêt

	Tonnes	Milliers de dollars
Collophane	930	250
Térébenthine	120	50
Matières tannantes	1.850	330
Liège	490	150
Alcool méthylique	150	60
Total		840

En 1962, le déficit commercial d'Israël a atteint 348 millions de dollars. Les importations de bois et dérivés (423 millions de dollars) représentent donc 12% du déficit commercial. Si on soustrait de ce chiffre les exportations de produits de bois qui se sont montées à 8,3 millions de dollars, le poids du bilan sur le déficit commercial serait de 340 millions, soit 10% (pratiquement on n'aurait dû déduire qu'une partie du total des exportations, car le prix du produit exporté comprend d'autres composantes telles que l'amortissement des machines, et des usines, les transports, frais administratifs, bénéfices commerciaux, etc..).

Les conclusions qui ressortent de ce court exposé sur le poids des importations de bois sur le déficit commercial, rejoignent celles qui concernent le manque de bois locaux.

Un pays à balance commerciale positive aurait pu se permettre de négliger la question de la production de bois locaux, les importations couvrant les besoins. Mais tel n'est pas le cas pour Israël. Comme les perspectives d'amélioration de la balance commerciale dans les prochaines années ne sont pas brillantes, la nécessité de produire, en Israël, les quantités de bois maximales en vue de réduire le déficit commercial se pose de toute urgence.

3. POUR QUELLE PRODUCTION OPTER : QUALITATIVE OU QUANTITATIVE ?

La possibilité d'obtenir des bois de qualité ne se pose pas en Israël car le pays ne possède pas de stations pouvant fournir de tels bois. Même si, dans l'avenir, on arrive à créer de tels peuplements en utilisant des clones d'E.camaldulensis ne souffrant pas du "collapse", et qui pourraient, d'ici 80 ou 100 ans nous procurer des grumes de déroulage ou de tranchage, la solution devrait être écartée pour des raisons économiques.

Dans notre époque industrielle, aux techniques qui s'améliorent continuellement, les particuliers ou l'Etat qui investissent des capitaux exigent que ces investissements commencent à rapporter des revenus dans le plus bref délai possible, et que le roulement du capital ne se continue pas plus de quelques années. Beaucoup d'entreprises industrielles sont construites pour produire pendant cinq à sept ans au maximum et être ensuite démantelées. Dans la répartition des crédits les pouvoirs publics prêtent une oreille attentive aux demandes de crédits à court terme mais sont réticents pour financer des entreprises ne pouvant être amorties avant quelques dizaines d'années.

Or la forêt, dans le meilleurs des cas (plantations intensives de peupliers, d'eucalyptus ou de résineux) a besoin de vingt à trente années pour fournir sa production. Même pour de tels investissements à court délai il est très difficile d'obtenir des crédits. Quant à trouver des crédits pour des investissements, qui dans un pays jeune ne produiront que d'ici une centaine d'années, la chose est très difficile.

D'ailleurs, dans notre époque aux révolutions techniques continues, rien n'autorise à penser que d'ici une centaine d'années les bois de qualité trouveront un emploi dans leur destination première. Même pour les bois de tranchage actuels, l'avenir du marché est incertain. L'industrie arrive à produire des panneaux artificiels genre "Formica", alliant aux dessins des meilleurs tranchages du chêne, du noyer ou autres essences précieuses une résistance aux agents physiques et une facilité d'entretien qui en Israël, les font préférer aux panneaux recouverts de bois de tranchage, et ce, malgré le prix beaucoup plus élevé sur le marché local de ces panneaux artificiels.

Cette amélioration des techniques industrielles a eu, pour Israël, un résultat positif. Si, il y a une vingtaine d'années, la forêt ne pouvait contribuer à l'économie d'Israël qu'en produisant du bois de sciage de qualité secondaire, actuellement il est possible d'affirmer que toute matière bois produite, que ce soit des bois de pins ou d'eucalyptus, trouve déjà et trouvera par la suite des débouchés permanents en vue de son utilisation industrielle.

ETUDE DE LA PRODUCTION LOCALE DE BOIS

1. Bois de chauffage - La courbe de l'utilisation du bois de chauffage dans le monde montre une régression entre les deux guerres, une augmentation durant la guerre de 1939/45, due à l'utilisation des autres combustibles, pour les besoins de guerre, et après 1945 une nouvelle régression qui va s'accroissant d'année en année. Les raisons de l'abandon du bois de chauffage sont sa cherté relative en comparaison de son pouvoir calorifique, et son encombrement, de sorte que, même à prix égal, on préférerait un autre combustible.

En Israël, par suite de sa cherté relative par rapport au pétrole, le bois de feu n'est utilisé que dans quelques villages vivant en économie fermée, à proximité de taillis de chêne.

La presque totalité de la population utilise comme combustible le pétrole, le gaz butane ou l'électricité, et ce malgré de très fortes taxes qui triplent leur prix.

Les tendances générales mondiales tendent vers la diminution du volume annuel du bois de feu produit. Avec l'amélioration de l'équipement pétrolier et la réduction du prix du pétrole et du gaz butane, la différence entre le prix de ces combustibles et celui du bois de chauffage s'accroîtra au détriment du second. D'ailleurs, de nouvelles découvertes laissent présager l'abandon complet du bois de chauffage comme combustible: D'ici quelques dizaines d'années, l'électricité fournie par l'énergie atomique sera sans doute meilleur marché que n'importe quelle autre source d'énergie. D'autre part, en Israël, pays à forte insolation, on utilise déjà, sur une assez large échelle, des appareils qui concentrent l'énergie solaire pour chauffer l'eau ou faire fonctionner des réfrigérateurs.

Cette diminution de la demande de bois de feu préoccupe déjà les forestiers de par le monde. En Israël elle pose le problème de l'existence du traitement producteur de bois de chauffage: le taillis du Q. calliprinos qui occupe des surfaces relativement vastes. Les produits fournis par ce mode de traitement sont actuellement trop chers pour pouvoir servir aux industries transformatrices de bois.

Comme dès à présent, la demande en bois de feu est insignifiante, c'est donc immédiatement que les mesures destinées à faire face à ce problème doivent être envisagées et ce, nonobstant les autres problèmes tel le problème hydrologique que ce taillis pose en Israël.

2. Bois de déroulage. - Actuellement les industries du bâtiment et du meuble, en Israël, utilisent de plus en plus les contreplaqués. Quatre usines, dont les deux principales sont situées à Afikim et à Petah Tikva, suffisent à tous les besoins du pays, le surplus étant exporté. La production de contreplaqués s'est élevée en 1962 à 4.000 m³.

Les bois de déroulage nécessaires à cette fabrication sont importés de l'Afrique Equatoriale, la principale essence étant l'Okoumé. Israël ne fournit aucune grume pour cette industrie, mais il faut rappeler que durant la deuxième guerre mondiale, la presque totalité des contreplaqués utilisés en Israël, bien que de qualité médiocre, étaient fabriqués localement à partir du bois de E. camaldulensis.

On avait espéré beaucoup des plantations de peupliers euraméricains pour l'obtention des bois de déroulage, mais la situation hydrologique du pays a été à la base de l'échec de ces plantations car toute l'eau nécessaire à une forte croissance n'a pu être fournie.

3. Bois à défibrer et bois reconstitués - La fabrication dans le monde de panneaux en bois défibré mécaniquement et aggloméré et de panneaux agglomérés à base des déchets de bois augmente en flèche verticale depuis 1945. Les résines synthétiques servant à coller le bois sont en grande partie tirées de la lignine, le bois fournissant à la fois la matière première et la colle.

La production des panneaux en bois défibré s'est étendue aussi en Israël. Une usine de la Vallée du Jourdain "Sefen", qui a commencé à travailler en 1954, produit annuellement plus de 20.000 tonnes de ces panneaux. Elle utilise comme matière première, du bois d'Eucalyptus camaldulensis (50 - 60%), du bois de pins (10 - 20%), et de déchets de bois d'Okoumé d'une usine de contreplaqués située à proximité.

Deux autres usines se sont spécialisées dans la production de panneaux reconstitués, utilisant également les déchets d'Okoumé. Ces déchets sont mélangés à des résines artificielles et sont ensuite moulés dans des presses à haute température. Ces panneaux sont utilisés tels quels ou bien pour former l'âme de panneaux contreplaqués.

L'industrie des bois défibrés et des bois reconstitués qui s'est installée et qui continue à se développer, offre un débouché stable pour toute production de bois d'eucalyptus et de pin de petit diamètre que la forêt peut fournir. La production de tels bois (bois de taillis d'eucalyptus ou bois des premières éclaircies des pins, qui n'exigent que quelques années), serait facile à fournir pour la forêt israélienne.

4. Bois pour pâtes cellulosiques - La forêt d'Israël pourra être également une source de matière première pour les pâtes mécaniques et chimiques servant à la fabrication du papier et pour la pâte dissoute nécessaire aux industries de la cellulose.

Des analyses de laboratoire ont montré que les fibres de pin d'Alep d'Israël ont entre 2,0 et 3,5 mm de longueur, ce qui permet d'utiliser le bois de ce pin pour la production de la pâte mécanique. Le bois sec du pin d'Alep peut fournir 48 - 49% de son poids en pâte chimique non blanchie et 44 - 45% de son poids en pâte chimique blanchie. Ces pâtes sont excellentes pour la production de toutes sortes de papier.

L'Eucalyptus camaldulensis, est considéré en Australie comme une espèce à bois de qualité inférieure, à cause de son faible pourcentage de cellulose. Des analyses de ce bois cultivé en Israël ont montré que cette espèce avait amélioré ici ses qualités intrinsèques et qu'elle pouvait se comparer actuellement, au bois d'Eucalyptus des meilleures espèces australiennes telles que l'E. regnans, l'E. obliqua ou l'E. viminalis. Le bois sec de l'E. camaldulensis d'Israël peut fournir 50 - 51% de pâte chimique non blanchie d'excellente qualité et 45 - 48% de pâte blanchie. Les résultats de ces analyses ont été confirmés par des expériences sur une grande échelle conduites dans l'usine de Maryvale, appartenant à

"Australian Paper Manufacturers". Ces expériences ont aussi aidé à mettre au point des méthodes très économiques de fabrication de la pâte.

Les deux principales essences d'Israël, le pin d'Alep et l'E. camaldulensis, conviennent donc à la fabrication des pâtes à papier ainsi qu'à la fabrication de la pâte dissoute nécessaire pour les industries dérivées de la soie visqueuse, de la cellulose et des explosifs à base de nitrocellulose.

On pourra utiliser pour les bois de papeterie, des bois de faible diamètre provenant de taillis ou d'éclaircies. Les besoins actuels et futurs de ces bois en vue de fabrication de matière première pour les industries de la cellulose et du papier sont très loin de pouvoir être assurés.

Un des dérivés de la production de la pâte à papier, le carton, remplace déjà et remplacera de plus en plus dans l'avenir, le bois d'emballage. En Israël, des boîtes de carton fabriquées localement, composées de deux couches avec une âme intérieure ondulée, sont actuellement d'usage courant et d'importantes quantités de ces boîtes sont exportées. Aux Etats Unis, ces boîtes conquièrent peu à peu le marché de l'emballage. Même l'Union Soviétique, qui est le pays à plus fortes réserves forestières du monde, a entrepris, à la fin des années 50, une campagne d'utilisation d'emballages de carton, ce qui devrait lui permettre une économie annuelle de 7 millions de m³ de sciages. Pour Israël, grande exportatrice d'agrumes, qui ne possède presque pas de bois de sciage pour caisserie, et qui peut produire le carton nécessaire avec des matériaux locaux, cette production s'avère intéressante, mais elle exigera l'accroissement de la production des bois de papeterie.

5. Poteaux, bois de mine, poteaux agricoles - En Israël, ces catégories de bois sont fournies par les taillis d'Eucalyptus et l'éclaircie des jeunes futaies de cette même essence, ainsi que par les éclaircies des plantations de résineux.

- a. Poteaux - Les principaux consommateurs de poteaux sont les P.T.T et la Compagnie d'Electricité. Les P.T.T. se servent des poteaux pour les lignes télégraphiques et téléphoniques. La Compagnie d'Electricité s'en sert surtout pour opérer des jonctions entre les lignes de haute tension et les consommateurs ruraux. En 1955, la production totale des poteaux était de 5.000, mais elle ne suffisait pas aux besoins. Le Département des Forêts estime à 10.000 le nombre des poteaux nécessaires pour couvrir les besoins.

Ces poteaux ont une moyenne de 8 m de longueur, 20 cm de diamètre à la base et 13 au sommet.

Ils sont en général en bois d'E. camaldulensis fourni par les taillis des environs de Hadera. Ils sont injectés par un procédé dérivant du procédé Boucherie.

Tenant compte des besoins actuels et du développement futur des lignes télégraphiques et téléphoniques, on peut estimer que les forêts d'Israël seront appelées à fournir annuellement environ 12.000 poteaux.

- b. Bois de mine - L'extraction minière en Israël n'en est encore qu'à ses débuts. La plupart de ses exploitations sont concentrées dans le Néguev. Parmi les entreprises qui utilisent et pourraient utiliser des quantités importantes de bois de mine, on peut citer les mines de cuivre de Timna, l'entreprise d'exploitation des minerais de la Mer Morte, les mines de phosphates d'Oron. D'autres entreprises d'extraction minière sont à l'étude et la forêt israélienne doit être en mesure de fournir les bois de mine nécessaires à ces exploitations.
- c. Poteaux agricoles - L'agriculture utilise annuellement environ 10.000 m³ de perches, de piquets et de poteaux. Ainsi les plantations de bananes utilisent comme supports des perches de 2,4 m de longueur et pour la création de brise vent artificiels, des poteaux de 5 m de longueur et de 18 cm de diamètre moyen, de fabrication locale. Les plantations d'agrumes, les cultures maraichères, les vignes etc., demandent annuellement des quantités importantes de bois que la forêt israélienne est malheureusement inapte à fournir. Aussi beaucoup de ces besoins sont ils couverts par des importations de bois et de fer en U ou en T.

Le problème de la production de ces bois est relativement facile à résoudre. Chaque ferme individuelle, d'une surface moyenne de 3 ha possède une cour d'environ 0,2 ha. Quant aux fermes collectives, leur cour s'étend en général sur une surface moyenne de 25 à 30 ha. En outre, beaucoup de terrains impropres à la production agricole sont attachés à plusieurs de ces fermes. Sur toutes ces terres, on peut planter des eucalyptus qui apporteront leur contribution à la fourniture du bois nécessaire aux fermes avoisinantes.

6. Traverses de chemin de fer - Le réseau de lignes de chemin de fer en exploitation en 1962 était de 650 km. A raison de 1.500 traverses par km de voie, le nombre de traverses actuellement en service est de l'ordre de 1.000.000.

Si on envisage pour les traverses une durée moyenne de 25 ans, il sera nécessaire de fournir annuellement, en vue de leur renouvellement 40.000 unités. En accroissant ce nombre de 20%, en prévision des besoins annuels des nouvelles lignes, cela fait environ 48.000 traverses par an. A raison de 6 traverses par m³, cette catégorie de besoins crée une demande annuelle de 8.000 m³ de grues à traverses.

Le bois de l'E. camaldulensis, par suite de son fendillement, est impropre à la fabrication des traverses, mais le bois de l'E. omphocephala convient à cet usage.

On pourrait augmenter la durée des traverses en utilisant des semelles de bois bakélisées, ou des traverses de bois amélioré.

7. Sciages - La production des conifères en montagne donnera, durant les éclaircies des premières années, du bois de mine, de papeterie et des poteaux. Après 40 - 50 ans, on pourra commencer à récolter des bois de sciage. Pour les bois de 25 cm de diamètre, les pertes seront assez fortes, de l'ordre de 60%, mais elles pourront servir aux industries utilisant des déchets de bois comme matière première.

La production de sciages de bois d'E. camaldulensis est actuellement impossible par suite du "collapse" de la grosse majorité des grumes. Mais à la suite des résultats des recherches de CHUDNOFF, il sera possible de créer dans l'avenir par sélection des peuplements d'individus indemnes de ce défaut.

8. Menus produits - Le pin d'Alep en Israël est capable de produire une quantité de gomme qui se compare favorablement quant à la production par arbre à celle des Etats Unis, ou des Landes françaises. La gomme produite est de qualité supérieure. Mais pour le moment le nombre d'arbres à gemmer est trop faible pour justifier l'installation d'une industrie de transformation de cette gomme.

Il en est de même en ce qui concerne des écorces à tan des Eucalyptus et des Acacias. Il sera nécessaire de reconsidérer ce problème d'ici un certain nombre d'années.

9. PERSPECTIVES POUR L'AVENIR

Il serait présomptueux de penser que l'afforestation en Israël peut être en mesure de subvenir à tous les besoins du pays en bois. Néanmoins, un programme de reboisement judicieux, basé sur les besoins et les possibilités réelles de production, et qui recevrait de la part des autorités toute l'aide financière nécessaire, pourrait rendre le pays plus indépendant de l'étranger en ce qui concerne la fourniture de produits forestiers, pourrait aider à l'assainissement de la balance commerciale déficitaire et contribuerait ainsi à l'indépendance économique du pays.

Les plantations forestières sont à même de fournir un rendement continu de bois dans quelques décennies. Comme le rythme actuel de plantation (2.000 ha par an) s'avère incapable de résoudre substantiellement le problème du bois d'Israël, il est donc nécessaire et judicieux de reconsidérer dès à présent le problème des plantations forestières, en tenant compte des facteurs hydrologiques, économiques et de main d'oeuvre.

Le déficit commercial tel qu'il existe actuellement ne pourra pas durer indéfiniment et les forestiers d'Israël seront obligés de contribuer à son élimination.

Chapitre VI

ETUDE DES PRINCIPALES ESSENCES FORESTIERES DES POINTS DE VUE DE LA CONSERVATION DE L'EAU ET DU SOL ET DE LA PRODUCTION DE BOIS

Le reboisement en Israël doit poursuivre trois principaux buts: la conservation des ressources hydrologiques, la conservation des sols et la production de bois.

Très souvent il y a, pour une essence introduite dans une station écologique donnée, contradiction entre ces trois buts. Aussi est-il nécessaire, avant d'entreprendre l'étude écologique et économique du reboisement des différentes régions naturelles d'Israël, de faire, à ce triple point de vue, une courte étude des principales essences forestières d'Israël. Les données recueillies et rapportées par les botanistes et les physiologistes sont assez restreintes, mais ce sont les seules données existant actuellement nous permettant d'éclaircir ces caractéristiques.

1. LES CONIFERES

1. Pinus halepensis Mill. - Le pin d'Alep est actuellement la principale essence de reboisement des régions montagneuses du pays. Il pousse naturellement sur les terrains calcaires marneux tendres de l'Eocène où il forme l'essence principale de l'association du Pinetum halepense. C'est une essence colonisatrice de premier ordre qui vient bien sur des terrains dénudés de toute végétation, et aussi après débroussaillage, sur des terrains occupés auparavant par les formations de la forêt naturelle tels que le batha, la garigue et le maquis. Il pousse bien surtout sur sols calcaires. Il préfère sans aucun doute les terrains calcaires marneux de l'Eocène et du Sénonien mais, installé artificiellement, il vient aussi bien sur les "terra rossa" du Turonien-Cénomaniens. Il s'accommode des sols les plus pauvres, les plus superficiels, n'ayant que 15 à 20 cm de profondeur. Son développement en montagne est assez lent mais beaucoup plus rapide relativement que tous les autres conifères actuellement utilisés.

a. Comportement hydrologique

- **Precipitations annuelles** - Le pin d'Alep vient bien dans les régions méditerranéennes d'Israël à pluviosité annuelle moyenne supérieure à 400 mm. La distribution de ces précipitations joue très souvent un rôle aussi important que leur valeur absolue. Comme exemple frappant on pourrait citer un hiver à précipitations inférieures à la moyenne (1956/57) mais où la distribution s'est étalée jusqu'en Avril: Les cultures, ainsi que les plantations forestières n'ont pas souffert de la sécheresse. Par contre, l'année suivante (1957/58), les précipitations annuelles totales ont été supérieures à la moyenne. La saison des pluies a commencé très tôt,

en Octobre, influençant favorablement la végétation, mais elle a cessé à la fin de Janvier, ce qui a eu comme résultat que les plantations de pin d'Alep, surtout dans le Turonien-Cénomanién, ont fortement souffert de la sécheresse.

- Facteurs d'utilisation des précipitations.

- (1) Interception - Aucune étude systématique n'a été faite en Israël sur l'interception des précipitations par cette essence. Comme le pin d'Alep est une essence de lumière développant un couvert peu abondant, et comme dans le régime des pluies subtropicales d'Israël les précipitations fines qui permettent un fort pourcentage d'interception manquent presque totalement, on peut, en se basant sur les données d'interception des Pins fournis par KITTREDGE, estimer que ces pertes sont, pour le pin d'Alep, de l'ordre de 10% du total des précipitations.
- (2) Enracinement - Il y a lieu de distinguer l'enracinement dans les terrains du Turonien-Cénomanién et dans ceux de l'Eocène.

Dans les "terra rossa" situées sur les roches karstiques du Turonien-Cénomanién, les racines du pin d'Alep sont généralement superficielles et forment un lacis dense au ras du sol. Seules quelques racines arrivent à pénétrer dans les interstices entre les roches. L'enracinement est en général très superficiel et lors des tempêtes on voit souvent des chablis, où le lacis des racines forme avec le tronc une sorte de champignon renversé. On peut alors facilement constater que la profondeur totale de la plus grande partie du système racinaire atteint 30 - 40 cm au maximum. Ce point est important à signaler car, à cause du sol superficiel, de la dureté et de l'imperméabilité des roches et de la nature karstique des terrains, toutes les précipitations qui ne sont pas absorbées par le sol vont rejoindre la nappe phréatique. De sorte que dans ces sols superficiels il ne reste plus, après la fin de la saison des pluies, qu'une quantité très limitée d'eau capillaire pouvant alimenter le pin d'Alep.

Il n'en est pas de même en ce qui concerne le pin d'Alep croissant sur les calcaires marneux tendres de l'Eocène. Le sol y est aussi très superficiel (10 - 20 cm), mais la roche tendre est capable d'emmagasiner d'importantes quantités d'eau. Les racines du pin d'Alep arrivent assez facilement à pénétrer cette roche, et après leur mort, laissent dans la roche des sortes de canalisations qui permettent à l'eau de pluie de mieux circuler, améliorant encore la teneur en eau de ces terrains. En outre, la présence des pins et la couverture morte brisent l'intensité des précipitations

tombant au sol, et en allongeant la période d'écoulement, améliorent la pénétration de l'eau dans le sol.

Sur les terrains de l'Eocène, le pin d'Alep résiste mieux à la sécheresse que sur ceux du Turonien-Cénomani-
nien. Les nouvelles plantations de cette essence sur les
terrains éocènes de la région d'Adoulam au Sud-Ouest de
Jérusalem, où les précipitations annuelles moyennes sont
de l'ordre de 400 mm, sont très bien développées et ce,
malgré les sécheresses intervenues de façon continue
depuis 1958.

- (3) Evapotranspiration- ZOHARI a mesuré en été la transpira-
tion du pin d'Alep par la méthode de pesages instantanés
et a trouvé que la transpiration varie entre 2 et 2,5 kg
d'eau par 24 heures pour chaque kg de matière fraîche.

D'après les observations de N. LIFSHITZ(rapportées
par ZOHARI), les quantités d'eau (exprimées en mgr/heure)
transpirées par un gr de feuilles de pin d'Alep en
Février et en Juin sont les suivantes:

Tous les chiffres sont en mgr eau/gr matière verte/heure

	Heures de la journée												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
février				80	110	200	250	230	190	140	130	80	40
juin	25	45	130	145	145	140	120	95	80	108	115	115	

Des investigations d'OPPENHEIMER sur la transpiration
durant les mois de l'été, époque où les eaux capillaires
du sol atteignent leur minimum et sont pratiquement
inexistantes, ont confirmé la possibilité qu'ont les
feuilles du pin d'Alep de réduire leur transpiration à
des valeurs voisines de zero, et ceci grâce à des modi-
fications des stomates et de la cuticule.

En tout cas, les chercheurs n'ont pas trouvé de
réponse satisfaisante à la question: comment ces pins,
qui ne peuvent plus puiser l'eau inexistante du sol
continuent-ils à pousser durant les long mois de l'été et
même à donner de nouvelles pousses en Septembre, comme
cela a été maintes fois remarqué?

Des investigations de WAISEL sur l'absorption de la
rosée par les feuilles du pin d'Alep conduites en été
pourraient expliquer partiellement cette survie.
WAISEL a démontré que cette absorption a lieu dans le

cas de déficit de saturation du feuillage et même dans le cas où il n'y a pas de déficit. Il a utilisé la méthode qui consiste à choisir sur un arbre deux branches similaires en forme de V, à peser le soir un certain nombre de feuilles arrachées à chaque branche et à recouvrir une des branches avec un sac en polyéthylène pour l'empêcher d'entrer en contact avec l'atmosphère. Le lendemain matin un même nombre de feuilles est pesé et le résultat est comparé à celui de la veille. WAISEL a ainsi trouvé qu'il y a eu, durant la nuit, absorption de 100 mgr de rosée par gramme de matière fraîche. Ceci réduit le déficit de saturation mais ne le fait pas disparaître complètement. Mais WAISEL n'a pu définir exactement le rôle de la rosée sur le développement végétatif du pin d'Alep.

Quelles seraient les pertes totales en eau du pin d'Alep, par unité de surface? Par manque de données, l'étude ne peut être que comparative. L'accroissement du pin d'Alep étant à l'âge de 30 ans en moyenne de 2,5 m³/ha/an, les besoins en eau pour cette production sont très faibles. Durant l'époque végétative le pin d'Alep transpirerait 300 mgr/heure par gramme de matière fraîche (le Q. calliprinos en transpire 680). Sur les "terra rossa", par suite du sol superficiel et de la nature karstique du terrain, l'emmagasinement de l'eau capillaire est très faible. Il ressort de tout cela que la consommation relative en eau d'un peuplement de pin d'Alep ne peut être très élevée. Si on fait l'étude comparée de ces besoins en eau du pin d'Alep avec celui des autres essences poussant dans la région du Turonien-Cénomaniens, ce pin s'avère être l'essence la moins exigeante en eau. Dans les terrains éocènes cette consommation est certainement beaucoup plus forte, mais, dans ces terrains relativement imperméables, le pin d'Alep va jouer un rôle de conservation de l'eau du sol, de régularisation du régime hydrologique et de purification des eaux, qui compense en grande partie la plus forte évapotranspiration.

- b. Intérêt sylvicole et technologique - Le pin d'Alep est la meilleure essence colonisatrice que l'on possède pour le reboisement des calcaires tendres de l'Eocène. Il sert aussi concurremment avec le Pinus brutia à reboiser les "terra rossa" de la Chaîne Centrale de Montagnes.

Au cas où, pour des raisons hydrologiques, on désirerait enresiner les forêts naturelles du Q. calliprinos c'est encore à ces deux pins qu'il faudra s'adresser.

La production en bois du pin d'Alep est en Israël en moyenne de 2 à 2,5 m³/ha/an. La production absolue est donc assez faible, mais si on considère les stations et le fait que l'ambiance forestière n'existait pas auparavant, la production

peut être considérée comme normale pour ces stations.

Les arbres locaux ont en général un tronc tortueux et branchu, ce qui diminue la valeur de leur bois. Il sera possible, par sélection ou par introduction de races à fût droit non branchu comme certaines races de Grèce, d'améliorer les peuplements.

Des pins d'Alep d'Israël de 25 cm de diamètre à hauteur d'homme peuvent produire, par la méthode américaine de gemmage à mort, environ 4 kg de gemme de haute qualité, ce qui se compare favorablement avec les récoltes obtenues sur d'autres pins aux Etats Unis. Cette production se compare à la production moyenne du pin maritime en France. Mais dans les dix prochaines années, le nombre d'arbres qui pourraient être gemmés est insuffisant pour permettre une industrie rentable de gemme.

2. Pinus brutia Ten. - Ce pin originaire des rives Nord-Est de la Méditerranée et de celles de la Mer Noire, a pu être autrefois une essence locale des montagnes de la Haute Galilée. On trouve actuellement quelques stations naturelles à moins d'une centaine de km plus au Nord, au Liban. Son introduction dans la Galilée a été relativement facile. Introduit sur les sols de "terra rossa" sur calcaires durs, il y a réussi beaucoup mieux que le pin d'Alep. Son tronc est beaucoup plus droit et il est beaucoup moins branchu. Par contre sa croissance est beaucoup plus faible.

- a. Comportement hydrologique - On manque encore de données expérimentales concernant le comportement hydrologique du pin brutia, mais d'après son aire naturelle, on peut penser que l'essence est un peu plus exigeante en eau que le pin d'Alep. Aussi serait-il judicieux de ne pas le planter dans les régions à précipitations annuelles moyennes inférieures à 500 mm.
- b. Intérêt sylvicole et technologique - Cette essence a déjà trouvé sa place sur les "terra rossa" où elle est déjà plantée sur une large échelle. Sa croissance plus lente (2 m³ de bois/ha/an) permettra de récolter en fin de compte moins de bois que le pin d'Alep. Mais la qualité des produits obtenus (poteaux, bois de mine, sciages), qui est de beaucoup supérieure à celle du pin d'Alep, compense cette réduction.

3. Pinus pinea L. - Le pin pignon a été introduit en Israël au début du siècle. Les principales plantations ont été faites sur des sols de "terra rossa" du Turonien-Cénomaniens du Massif du Carmel, probablement avec des graines importées du Liban.

Ce pin est le plus décoratif des pins introduits et ses bosquets forment une des principales beautés du Massif du Carmel. Mais son accroissement est très lent, il atteint à peine, à l'âge de 60 ans, une hauteur de 10-12 m et un diamètre à hauteur d'homme de 20-25 cm. Son accroissement est inférieur à 1 m³/ha/an.

L'intérêt forestier de cette essence sur les sols calcaires de montagne est très réduit. Les essais d'introduction de ce pin sur les dunes côtières ont pratiquement tous échoué. Actuellement, à peine quelques exemplaires subsistent sur ces sables.

4. Cupressus sempervirena L. - Cet arbre, dont des stations naturelles existent en Jordanie, est un des conifères les plus répandus en Israël. La majorité des brise vent de la Plaine Côtière servant à protéger les plantations d'agrumes ont été créés avec la variété pyramidalis de ces cyprès, alors que la variété locale horizontalis, parce que un peu plus perméable au vent, conviendrait mieux à cet usage. Des petits bouquets de C. sempervirens var. horizontalis et pyramidalis ont été plantés dans presque toutes les forêts artificielles créées depuis 1920.

a. Comportement hydrologique - C'est l'enracinement profond et la concurrence relativement faible que les racines du cyprès font aux lignes d'arbres fruitiers et d'agrumes avoisinants qui l'ont fait préférer à toute autre essence pour la création de brise vent dans la Plaine Côtière. Ce faible développement radiculaire caractérise aussi la pousse des cyprès en montagne où ils sont encore plus handicapés car, par suite des sols superficiels et de la présence de dalles calcaires, ils ne peuvent enfoncer leurs racines en profondeur. Aussi, à âge égal, les cyprès sont beaucoup moins développés que les pins d'Alep, ce qui fait que leur consommation en eau est, de beaucoup, plus faible.

b. Intérêt sylvicole et technologique - L'accroissement du C. sempervirens est en moyenne inférieure à 1 m³/ha/an. Par contre, le bois de la variété horizontalis est, du point de vue technologique, le meilleur bois de conifère qu'on peut obtenir en Israël. Cette variété conviendrait mieux, soit pour le reboisement, soit pour la création de brise vent.

Les programmes de reboisement pourrait s'aider de cette essence pour la création de pare-feu qui viendraient recouper les massifs hautement inflammables des pins.

5. LES FEUILLUS LOCAUX

1. Quercus ithaburensis Dec. - Cette essence locale forme quelques peuplements dans les sols rendziniformes de la Galilée Occidentale et des Monts Ephraïm. Elle avait occupé, en son temps, une large bande de la Plaine Côtière entre Tel-Aviv et les Monts Carmel. On trouve des arbres isolés sur les terres basaltiques, aux alentours du lac de Tibériade et dans les terres alluviales de la plaine de Houle. On ne le trouve pas à des altitudes supérieures à 500 m au dessus du niveau de la mer.

a. Comportement hydrologique - Ce chêne vient bien dans les régions recevant annuellement en moyenne 450 mm de précipitations. Cet arbre à feuilles caduques n'est pas une essence xérophyllé. Sa consommation d'eau est très élevée, même durant

les mois les plus secs de l'année. OPPENHEIMER a mesuré, sur les rendzines de Bat Shlomo, en Juin, des pertes d'eau de l'ordre de 1.095 mg/heure par gramme de matière verte. Répétant ses expériences par un jour chaud et sec de Septembre, il a trouvé à 8 h du matin, des pertes d'eau dépassant 1.000 mgr/gr/heure.

Cette essence peut se permettre cette dépense d'eau grâce à deux particularités: D'abord son enracinement relativement profond; ses racines se fraient une voie dans les roches calcaires tendres du Sénonien et de l'Eocène, accroissant ainsi les réserves d'eau se trouvant à la disposition des plantes: ensuite son large espacement dans les stations naturelles où elle forme en général une forêt ouverte, en forme de parc, sans que les cimes des arbres se rejoignent. Il semble donc que les arbres isolés aient besoin de cet espace, car sans cela, les réserves d'eau à la disposition de chaque individu seraient insuffisantes.

- b. Intérêt sylvicole et technologique - Les arbres isolés de cette espèce peuvent atteindre jusqu'à 15 m de hauteur, mais le fût atteint rarement plus de 2-3 m. Son accroissement est relativement lent et vu le nombre restreint d'individus à l'ha, sa production en bois est très faible. Sa valeur forestière est négligeable.

2. Quercus calliprinos Webb. - Les seules forêts naturelles occupant des surfaces très importantes en Israël sont les forêts à base de Q. calliprinos. Quoiqu'on puisse le trouver à de très basses altitudes comme par exemple sur les collines de grès calcaire de la Plaine Côtière, il n'apparaît en formation importante que dans la partie méditerranéenne du pays, allant de 200 m d'altitude jusqu'aux sommets des plus hautes montagnes (1.200 m). Sa préférence va aux sols de "terra rossa" sur calcaires durs, mais on le trouve sur les calcaires tendres de l'Eocène. Dans le meilleur des cas, il forme, sur les pentes des montagnes, une sorte de maquis très touffu atteignant 3-4 m de hauteur, dans lequel il est difficile de trouver des troncs de plus de 10-12 cm de diamètre. Le maquis à base de Q. calliprinos est un groupement végétal qui est en train, peu à peu, de conquérir les terres non cultivées de la Galilée, ce qui risque de poser de sérieux problèmes.

- a. Comportement hydrologique.

- Précipitations annuelles - Les exigences hydrologiques de ce chêne sont assez élevées. On ne le trouve point dans les stations où la pluviosité est inférieure à 400 mm. Mais dès que les précipitations dépassent 600 mm, son développement et sa conquête du terrain se font à une allure très rapide.

- Facteurs d'utilisation des précipitations

- (1) Interception - Aucune recherche sur les pertes d'eau par interception, de ce maquis n'a été faite en Israël.

Mais on peut remarquer que dans le cas d'un couvert complet, la végétation touffue laisse à peine filtrer la lumière jusqu'au sol. Des recherches sur le "chapparal" californien, atteignant 3-4 m de hauteur et couvrant complètement le sol, ont donné des pertes par interception d'environ 20% du total des précipitations.

(2) Enracinement - En ce qui concerne l'enracinement du Q. calliprinos dans les terrains karstiques du Turonien-Cénomanién, des observations nombreuses ont montré que cet enracinement est très profonde et très puissant. Les racines pénètrent dans les crevasses, s'attaquant aux roches un peu désagrégées. La pénétration des calcaires durs par les racines du Q. calliprinos et des autres constituants de son groupement est courante. Aussi contribue-t-elle, plus que toute autre essence, à la formation d'un horizon pédologique dans les calcaires durs intacts. OPPENHEIMER n'a observé qu'un seul cas, à proximité d'un Q. calliprinos où une racine avait perforé un morceau de calcaire dur. Mais on trouve souvent des racines se développant autour d'un gros caillou. En tout cas, OPPENHEIMER est d'avis que les racines de Q. calliprinos et du Pistacia lentiscus peuvent pénétrer la roche intacte, et ses observations lui ont permis d'affirmer que la pénétration active dans la roche est due surtout à l'activité des racines du lentisque. KOLLER, de l'Université de Jérusalem (cité par OPPENHEIMER) a observé une racine épaisse de lentisque perçant une falaise calcaire dans le Massif du Carmel. Cet enracinement profond a comme conséquence que le Q. calliprinos continue à puiser l'eau capillaire bien plus longtemps en été que des espèces à enracinement plus superficiel tel que le pin d'Alep.

(3) Transpiration - La transpiration estivale du Quercus calliprinos a atteint, sur le Massif du Carmel 680 mg d'eau/heure par gramme de matière fraîche. Cette transpiration est très supérieure à celle du pin d'Alep dans la même station, qui n'a été que de 300 mgr.

(4) Pertes totales d'eau - En ce qui concerne les pertes totales d'eau du Q. calliprinos, on peut estimer, en se basant sur la forte transpiration estivale, sur la forte interception, sur le profond enracinement, que les pertes d'eau de surfaces couvertes par le groupement à base de Q. calliprinos sont assez élevées, en tout cas beaucoup plus élevées que celles des plantations adultes de pin d'Alep, de même superficie.

b. Intérêt sylvicole et technologique - Il y a une vingtaine d'années, les taillis de Q. calliprinos avaient leur raison d'être parce que produisant du bois de feu et du bois à charbon, alimentant en combustibles les villages avoisinants et la ville. Actuellement, presque tous les besoins en combustible y

compris la majorité des besoins des minorités nationales, sont fournis par le pétrole et le gaz butane. La production de bois de feu est très onéreuse en raison de la cherté de la main d'oeuvre.

Malgré cela, certains continuent à voir dans le Quercus calliprinos une essence d'avenir et se proposent d'améliorer les taillis. Ils basent surtout leur conviction sur la présence dans le Massif du Meron en Haute Galilée, à 800 m d'altitude, sur sol profond de vallée, à proximité de sources, d'un petit bouquet de ces chênes dont la hauteur totale atteint 12 m et qui, à 120 ans, ont 40 cm de diamètre. En vue de cette amélioration, un "traitement de la forêt naturelle" a été mis au point. Cette méthode consiste à choisir sur les souches du taillis les plus beaux brins, à éliminer les autres, à les élaguer, laissant environ 3.500 - 4.000 brins à l'ha. Les années suivantes, on continue l'élagage et l'éclaircie autour de ces "brins d'élite". Le but poursuivi par les auteurs de cette méthode est d'obtenir des arbres droits, bien faits, poussant en hauteur, sans branches latérales.

Il faut souligner que dans la partie montagneuse du pays, les sols de vallée comme celui où se trouve le bouquet de chênes du Meron, sont extrêmement rares et sont exclusivement réservés à l'agriculture. Ce serait une erreur grossière de prendre ces arbres exceptionnels comme critère des possibilités forestières de l'essence. Il est à noter qu'à deux cents mètres de ce bouquet, sur les flancs de montagne entourant la vallée, le Quercus calliprinos replacé dans des conditions forestières normales, c'est-à-dire sur terre superficielle et rocheuse, n'atteint pas plus de 4 m de hauteur.

La production du taillis à base de Q. calliprinos est inférieure à 0,5 m³/ha/an en bois de faible diamètre. En ce qui concerne le petit bois d'industrie, sa production n'a été économiquement rentable durant les années de guerre que parce que la pénurie de bois d'importation était très forte. Dès que la situation du marché s'est normalisée, la demande de ces bois est devenue presque nulle. Actuellement, le taillis de Q. calliprinos peut encore continuer à desservir en bois de feu quelques villages. Il peut fournir un peu de bois à charbon pour les rôtisseries de luxe de la ville (le taillis permet d'obtenir à l'ha tous les 12-15 ans 12,5 tonnes de charbon de bois, dont le prix sur le marché est de 8 dollars la tonne). Pratiquement, il est possible d'éliminer ces taillis sans porter préjudice à l'économie nationale d'Israël.

L'association du Q. calliprinos est en train de conquérir chaque année des surfaces supplémentaires de sols de montagne. La valeur forestière de cette association est nulle et les sommes investies dans "l'amélioration" ou "l'éclaircie" de cette essence en vue de créer des bas taillis, ne peuvent l'être qu'au détriment de travaux forestiers beaucoup plus urgents.

c. Enracinement des taillis - La seule solution à envisager est la conversion de ces forêts naturelles à base de Q. calliprinos en futaies résineuses d'essences plus productrices tels le pin d'Alep et le pin brutia. Vu les dangers d'incendie, ces plantations devront être entrecoupées de larges bandes de feuillus, principalement d'eucalyptus. Une telle solution résoudra également le problème hydrologique que pose l'existence des forêts du Q. calliprinos, à savoir la réduction de la consommation en eau par unité de surface, ce qui aura pour conséquence l'enrichissement ultérieur en eau de la nappe phréatique du Turonien-Cénomannien.

3. Quercus infectoria Oliv. - Le Q. infectoria est le chêne local le plus intéressant du point de vue forestier. On le trouve disséminé en petit nombre d'individus en Haute Galilée, dans le Massif du Carmel et même sur les cimes des Monts de Juda. C'était sans doute l'essence dominante dans la Haute Galilée avant que la formation secondaire de l'association du Q. calliprinos ne se soit emparée des sols. On le trouve en effet formant des forêts feuillues dans l'Anti-Liban et sur le Mont Hermon, et il serait même l'essence dominante dans la station de Manara en Haute Galilée, à 870 m d'altitude.

C'est un arbre de taille moyenne, à tronc relativement droit, croissance plutôt lente. C'est pourquoi son intérêt du point de vue reboisement est très médiocre et ce, malgré sa supériorité sur les deux autres chênes locaux.

4. Tamarix articulata Vahl. - Si certains avaient des doutes quant à la valeur sylvicole du Tamarix articulata pour le boisement des régions arides du Néguev, la sécheresse de ces cinq dernières années dû leur faire changer d'avis. L'Acacia cyanophylla, qui avait été considéré jusqu'à présent comme une des essences les plus xérophytes d'Israël a dépéri dans plusieurs stations du Néguev, tandis que le tamarix articulata a survécu, même dans les conditions les plus difficiles.

Cet arbre autochtone pousse dans les régions les plus arides. Il se trouve généralement dans les loess, mais il s'est adapté également à des sols salins.

a. Comportement hydrologique

- Précipitations - L'essence se développe dans toutes les régions du Néguev, même lorsque la pluviosité n'atteint pas 50 mm de moyenne annuelle. On le trouve alors dans le lit des oueds ou les dépressions.
- Transpiration - Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le taux de transpiration de cette essence est très fort. ZOHARI a trouvé qu'en été, dans le Néguev, le nombre de kg d'eau transpirés en 24 heures par kg de matière fraîche est de 8,0. Ce taux est trois à quatre fois supérieur au taux de transpiration du pin d'Alep.

La chose est assez difficile à expliquer. D'après certains forestiers et botanistes, les feuilles de cet arbre ont la possibilité de recueillir la rosée et l'humidité atmosphérique. Ces arbres étant généralement isolés, une plus grande surface de sol les alimente en eau. En tout cas, il est intéressant de noter que dans la forêt Green, plantée sur les sables mouvants au Sud de Gvulot, station où les précipitations sont de 100 mm/an en moyenne, les boutures du Tamarix, plantées 2 m x 2 m, se sont développées normalement les premières années. Elles ont ensuite commencé à dépérir, certainement à cause de la trop forte concurrence pour l'eau.

b. Intérêt sylvicole et technologique -- Si cette essence ne peut convenir pour des reboisements en plein sur toute la surface, elle est appelée, dans les régions arides du Néguev, à jouer un rôle très important dans la création des rideaux-abri et brise vent, surtout dans les terres irriguées. Comme les terres ne manquent pas, ces rideaux pourront occuper d'assez larges bandes.

Cet arbre est aussi appelé à jouer un rôle important dans la création des parcs, jardins et zones vertes qui seront créés dans les nouveaux centres urbains du Néguev.

Quant à l'utilisation de cette essence en vue des reboisements sur une large échelle, les faibles quantités de bois que l'on pourrait obtenir par unité de surface réduisent beaucoup l'intérêt économique de cette essence.

LES FEUILLUS INTRODUITS

1. Eucalyptus camaldulensis Dehn - L'Eucalyptus camaldulensis est la plus importante essence forestière existant en Israël, celle qui fournit actuellement la plus forte proportion de bois et qui pourrait être appelée à résoudre, partiellement, dans un proche avenir, le problème de l'alimentation en bois du pays.

Originnaire des régions alluviales humides d'Australie, elle a été introduite en Israël vers la fin du siècle dernier, et a servi alors surtout à drainer les marécages infestés de malaria des environs de Hadera. De là, l'Eucalyptus camaldulensis s'est étendu dans toute la partie Septentrionale du pays, du Nord du Néguev à la plaine de Houle. Il s'est adapté surtout aux terres alluviales et aux terres rouges de la Plaine Côtière. C'est une essence calcifuge, mais à côté de plusieurs individus chlorotiques plantés dans le désert du Néguev ou sur les "terra rossa" de la Chaîne des Montagnes Centrales, on en trouve d'autres qui se sont bien adaptés aux sols calcaires. Il vient bien dans les régions à altitude moyenne, mais on le trouve également par bouquets à Jérusalem, à Safed, sur le Massif du Carmel.

a. Comportement hydrologique.

- Précipitations annuelles - Dans son pays d'origine, cet

eucalyptus ne vit que sur des terrains humides ou au bord des rivières; en Israël, il s'est adapté, du point de vue hydrologique, à un nombre très élevé de stations: depuis les marécages aux eaux stagnantes, les bords des rivières, aux terres alluviales lourdes, aux terres sableuses légères où la pluviosité moyenne est de 600 mm/an (sauf sur les sables mouvants), jusqu'au Néguev Septentrional enfin où la pluviosité moyenne est de 300 mm/an.

La réussite d'une jeune plantation d'Eucalyptus camaldulensis à Gvulot, région où la pluviosité annuelle moyenne est inférieure à 200 mm, avait laissé entrevoir la possibilité d'introduire en grand cette espèce dans le Néguev, sans irrigation. Mais ces espoirs furent déçus. Cette plantation avait été faite sur un sol très sableux, ayant, à 1,20 m de profondeur une couche de loess imperméable qui retenait les eaux de pluies à cette profondeur. Tant que la plantation était jeune, la pluviosité annuelle a permis un développement normal. Mais à l'âge de 7 ans, les eucalyptus ont commencé à dépérir les uns après les autres, faute d'humidité suffisante.

- Facteurs d'utilisation des précipitations.

(1) Interception - Une étude faite par HETH et KARSHON, durant deux années consécutives sur un jeune peuplement d'eucalyptus à couvert léger de la Plaine Côtière, a montré que les pertes par interception se sont élevées à 14 - 15% des quantités des précipitations totales. Dans un peuplement plus âgé, à couvert plus fermé, on peut estimer que les pertes doivent être un peu supérieures, soit de l'ordre de 20%.

(2) Transpiration - L'intensité de la transpiration de l'Eucalyptus camaldulensis croît en proportion directe de l'humidité du sol et du niveau de la nappe phréatique souterraine. En Août 1951, KAPLAN a effectué des mesures en vue de déterminer l'intensité de la transpiration de l'E. camaldulensis en trois endroits: Sur les rives du Yarkon, à Rehovot dans le Sharon, et à Beer Sheva. Les résultats obtenus ont été les suivants:

Près du Yarkon, l'intensité moyenne de la transpiration exprimée en mgr d'eau/heure/gr de feuilles était de 860 ; à Rehovot, station à conditions climatiques similaires à la région du Yarkon, mais située loin d'une source d'eau, 360; et à Beer Sheva, station aride, 210.

Il va de soi qu'à une intensité de transpiration plus élevée correspond une production de matière beaucoup plus forte. A Hadera, dans un bosquet d'Eucalyptus camaldulensis âgés de 50 ans et traité en taillis, situé sur un terrain à nappe phréatique peu profonde, l'auteur a enregistré en 1951, un accroissement annuel

de 30 m³ à 1'ha. L'accroissement annuel moyen de l'Eucalyptus camaldulensis des sols de la Plaine Côtière qui ne sont pas alimentés par la nappe phréatique est seulement de 10 m³/ha/an, et celui des plantations situées à la limite supérieure de la zone aride de 2-3 m³/ha/an.

- Exploitation de la nappe phréatique du Plio-Pléistocène- Les forêts d'eucalyptus peuvent amener des changements profonds dans les réserves d'eaux de la nappe phréatique du Plio-Pléistocène de la Plaine Côtière. C'est d'ailleurs la raison des succès obtenus par l'utilisation de l'Eucalyptus camaldulensis dans l'assèchement de la région marécageuse de Hadera. Après avoir desséché les marais, la forêt d'eucalyptus a continué sa forte croissance en puisant l'eau de la nappe phréatique peu profonde. Les accroissement de 30 m³/ha/an de certaines parcelles d'eucalyptus de la région sont donc fonction de la diminution proportionnelle des quantités d'eau douce de cette nappe, et de ce fait accroissent le déficit d'eau annuel de la région. Ce déficit hydrologique, déjà assez considérable dans les années de précipitations moyennes, devient énorme lors des années sèches.

Quelques mots doivent être dits sur les plantations d'eucalyptus le long des voies principales de communication. Ces plantations routières, ayant souvent deux et trois lignes de largeur des deux côtés de la route, utilisent en plus des eaux de précipitations, celles des terres irriguées contiguës. Les racines des eucalyptus peuvent s'étendre latéralement jusqu'à 30 - 40 m. Une idée des quantités d'eau puisées peut être donnée par le fait que certains exemplaires sur la route Petah Tikva - Hadera ont atteint, 10 ans après leur plantation, 20 m de hauteur et plus de 50 cm de diamètre! Ceci se fait aussi au détriment des cultures agricoles limitrophes, qui voient souvent leur rendement diminuer de 25 à 30%.

Sans aucun doute, l'élimination des forêts d'eucalyptus de la Plaine Côtière et des plantations d'alignement le long de ces routes contribuerait sensiblement à améliorer le débit annuel de la nappe phréatique du Plio-Pléistocène de cette région.

- Les eaux salines et la création de peuplements industriels d'eucalyptus - La création de peuplements industriels d'E. camaldulensis irrigués à l'eau douce, est impossible par suite du déficit hydrologique du pays. Par contre, on a actuellement des surplus d'eaux salines qui ne trouvent pas de débouchés, si ce n'est pour la création d'étangs artificiels de carpiculture.

KARSHON, examinant l'absence de chlorose des

eucalyptus poussant sur des sols calcaires salins, dont la nappe phréatique saline, donnant naissance à la rivière Naaman, ne se trouve qu'à 50-60 cm de profondeur, est arrivé à la conclusion que si le sol contient des quantités appréciables de sels solubles et de matières organiques, ces eucalyptus ne sont pas atteints de chlorose, même en présence de calcaire actif. Dans ces conditions l'E. camaldulensis peut supporter sans dommages une teneur en ions Clore de 0,51% et une salinité totale de 1,25%.

Si tel est le cas, le résultat de ces recherches ouvrirait la voie à la création de plantations industrielles d'E. camaldulensis dans les Vallées du Jourdain et de Beit Shean, près des rivières Naaman et Taninim et dans le Néguev, ces régions étant riches en eaux salines. Une telle solution permettrait de trouver un débouché économique aux eaux salines et aiderait à parer à la pénurie de bois produit localement en Israël.

Intérêt sylvicole et technologique- Nous venons de voir que l'accroissement de l'Eucalyptus camaldulensis est fonction des quantités d'eau mises à sa disposition. Dans les sols de la Plaine Côtière sans irrigation, le rendement oscille autour de 10 m³/ha/an. Le traitement en vigueure est le taillis, permettant l'obtention de poteaux, bois de mine, perches agricoles pour la création de brise vent artificiels pour les bananeraies. Cette production pourrait être étendue à la production de bois de papeterie et de bois de cellulose. Les investigations de CHUDNOFF sur le rapport entre la densité spécifique du bois de l'Eucalyptus camaldulensis et le "collapse" de ce bois ont démontré que le "collapse" est négligeable ou nul pour une densité spécifique de base du bois d'Eucalyptus camaldulensis supérieure à 0,65. Au cas où le bois est à faible densité, la réduction du volume par "collapse", peut atteindre 30%. Cette densité serait liée aux caractéristiques individuelles héréditaires et non à la station, permettent d'entrevoir que, dans l'avenir, il sera possible d'obtenir par sélection, des plantations homogènes de bois de qualité supérieure, pour des usages plus intéressants tels que traverses de chemin de fer, sciages, etc.

En tout cas, la production courante en poteaux, perches, bois à défibrer, bois de papeterie et de cellulose, permettra d'absorber, pour un temps indéfini, toute la production que les forêts d'Eucalyptus camaldulensis actuelles seraient susceptibles de fournir.

Eucalyptus gomphocephala DC. - Cette essence, originaire du Ouest de l'Australie, est un des rares eucalyptus poussant sur sables calcaires dans ses stations d'origine. Comme la plupart des sols à reboiser en Israël ont un pourcentage élevé de calcaire, on prend tout l'intérêt que les forestiers locaux portent à cet eucalyptus.

Cette essence a été introduite expérimentalement sur des collines de grès calcaire de la Plaine Côtière, sur les terrains éocènes des Monts Ephraïm, sur les loess du Néguev. Les résultats obtenus jusqu'à présent ont été excellents et ouvrent la voie à un développement de l'emploi de cet eucalyptus.

Durant l'hiver 1934/35, plusieurs placettes expérimentales d'eucalyptus avaient été plantées sur les grès calcaires de la colline Napoléon à l'est d'Acre. Les espèces introduites étaient Eucalyptus camaldulensis, l'Eucalyptus gomphocephala et Eucalyptus hemiphloia. En 1950, les Eucalyptus gomphocephala avaient atteint 12 m de hauteur et 20 cm de diamètre à hauteur d'homme; par contre, l'Eucalyptus camaldulensis n'avait atteint que 10 cm de diamètre et l'Eucalyptus hemiphloia 12 cm.

Sur les Monts Ephraïm, où l'Eucalyptus gomphocephala avait été planté pour entrecouper les parcelles de pins d'Alep, sa croissance pourrait être évaluée entre la double et le triple de celle de pin d'Alep.

L'essence s'est parfaitement adaptée au loess du Néguev pourvu que les précipitations y soient suffisantes.

a. Comportement hydrologique - En ce qui concerne les précipitations, il pousse bien sans irrigation dans les régions recevant annuellement une moyenne de 300 mm de pluies. Son comportement hydrologique n'a pas été étudié, mais le fait qu'il pousse dans des stations relativement sèches laisse présumer que cette essence est beaucoup moins exigeante en humidité que l'Eucalyptus camaldulensis.

b. Intérêt sylvicole et technologique - l'Eucalyptus gomphocephala est en Israël, une essence d'avenir. Dans les montagnes méditerranéennes, où le reboisement en pin d'Alep et pin brutia se continue sur une large échelle, il sera impossible, vu les dangers d'incendie, de reboiser de très larges massifs avec ces essences. Ces massifs devront être entrecoupés par des bandes de feuillus peu combustibles. L'E. gomphocephala convient parfaitement à cet usage.

En ce qui concerne le rendement à 1'ha, il est inférieur à celui de l'Eucalyptus camaldulensis. Il reste néanmoins relativement important. Dans les collines de grès calcaire près d'Acre, l'auteur a mesuré un accroissement de 7 m³/ha/an. HETH a trouvé sur les collines de l'Eocène des Monts Ephraïm un accroissement de 6 m³/ha/an. Il est intéressant de comparer ces accroissements avec ceux du pin d'Alep qui oscillent entre 2 et 2,5 m³/ha/an.

La qualité du bois de l'Eucalyptus gomphocephala est supérieure à celle de l'E. camaldulensis. Sa densité est beaucoup plus forte. Sa durabilité, sa résistance à la pourriture confèrent à son bois un grand nombre d'usages tels que la fabrication de traverses de chemin de fer, de pilotis, qui ne

peuvent être actuellement fabriqués en Israël par le bois d'aucune autre essence. D'où l'intérêt de sa diffusion.

Autres eucalyptus - C'est dans le genre Eucalyptus et surtout dans les eucalyptus originaires des régions arides et désertiques de l'Australie, que l'on a le plus de probabilités de trouver des espèces pouvant convenir au reboisement et à la création de bandes forestières et de brise vent dans la partie aride du pays.

Des essais d'introduction de nouveaux eucalyptus dans le Néguev Septentrional ont été effectués par la Station de Recherches Forestières d'Ilanot et par le Département des Forêts du F.N.J. E. Brockwayi, E. leucoxylon, E. astringens et E. dundasi ont donné des résultats prometteurs. Mais l'espèce qui a donné les meilleurs résultats est sans doute E. occidentalis Endl. Quoique ne différant pas beaucoup, du point de vue de sa croissance, de E. camaldulensis et de E. gomphocephala, il s'est montré, dans cette région, de beaucoup supérieur à ces deux essences en ce qui concerne la résistance à la sécheresse et aux parasites. Aussi faudrait-il l'utiliser pour le reboisement du Néguev Septentrional.

Populus sp. - Dans un pays manquant en bois comme Israël, ce genre a pu susciter de grands espoirs pour résoudre le problème de production de bois en quantités industrielles, dans un très court laps de temps. Mais cette production possible s'est heurtée au facteur principal qui freine la création de suppléments industriels en Israël: le manque d'eau.

a. Les espèces utilisées.

- (1) Les peupliers traditionnels - Le Populus euphratica Oliv., peuplier local, est une espèce ripicole qui pousse sur les bords du Jourdain et de ses affluents. Son port n'est pas droit et sa croissance est assez lente, mais il faut souligner qu'aucun effort de sélection en vue d'améliorer le rendement et les qualités technologiques de cette essence n'a été entrepris. Les Arabes qui avaient créé quelques petites plantations avant 1948, lui avaient préféré des formes locales, cultivées traditionnellement, du Populus alba L. et du Populus nigra L. Ces essences, plantées dans la Vallée de Houle, aux bords du Lac de Tibériade et du Jourdain, permettaient d'obtenir, durant un temps relativement court, des quantités assez importantes de bois.
- (2) Les peupliers euraméricains - Dix boutures de 40 cm de peupliers euraméricains, d'hybrides différents, furent introduites d'Italie par de PHILIPPIS et plantées en Mars-Avril 1950 à Ilanot. Elles avaient donné à la fin de la même année, une pousse de 4m avec un diamètre de 4 cm à hauteur d'homme. Sept années plus tard, ces arbres irrigués avaient atteint des dimensions extraordinaires: Plus de 15 m de hauteur et plus de 40 cm de diamètre à hauteur d'homme! Cette réussite fût à l'origine d'une campagne d'expérimentation des peupliers euraméricains sur une très large

échelle. En 1958 et dans les années qui suivirent, plus de 200 ha de peupleraies plantées de peupliers euraméricains, la plupart importés d'Italie, furent créés, dans leur grande majorité sur la Plaine Côtière. Après cinq ans il est possible de faire le bilan de l'expérience: Malgré la réussite spectaculaire de quelques individus, le projet, dans sa totalité, s'est soldé par un échec. Les raisons en sont d'abord que l'on n'avait pas suffisamment tenu compte du bilan hydrologique négatif d'Israël, surtout dans la Plaine Côtière, et qu'ensuite les aspects économiques du projet n'avaient pas été étudiés à fond.

Les initiateurs du projet avaient espéré obtenir des quantités d'eau importantes pour leurs plantations. En fin de compte, les quantités d'eau d'irrigation qui leur furent allouées, 5.000 m³/ha/an, se révélèrent nettement insuffisantes en vue d'obtenir une production maximum de bois. En doublant les quantités d'eau on avait, en certains cas, amélioré fortement la production. Ainsi à Acre, la réduction de l'intervalle de temps entre deux irrigations, de 18 à 10 jours, a eu comme résultat de tripler l'accroissement des peupliers.

Pour permettre un accroissement de 35 m³ de bois/ha/an, les peupliers auraient besoin, en Israël, d'une quantité d'eau d'irrigation annuelle de 20.000 m³/ha. Le prix de l'eau pompée à grandes profondeurs, des installations d'irrigation et du travail manuel nécessaire, se répercute sur le revenu net de la plantation, ce qui laisse un bénéfice très restreint. Or ces 20.000 m³ d'eau peuvent permettre l'irrigation de 3 ha d'agrumes, dont le revenu est de plusieurs fois supérieur à celui des plantations de peupliers.

- (3) Populus nigra L. Vc. "Chile" - Mention doit être faite du peuplier à feuilles persistantes et à port pyramidal originaire du Chili, qui a été introduit en vue de la création de brise vent. A l'opposé du C. sempervirens qui demande au moins une bonne dizaine d'années avant de créer un brise vent de dimensions satisfaisantes, ce peuplier permet d'en obtenir un en l'espace de 3 à 4 ans. Les défauts majeurs de cette espèce sont, comparativement au Cyprès, sa plus forte consommation en eau, son très puissant drageonnement et sa forte sensibilité aux attaques des insectes. Mais le fait qu'il peut jouer un double rôle, celui de brise vent à accroissement rapide, et celui de producteur de bois, rend la propagation de cette variété assez intéressante en Israël.

- b. Intérêt sylvicole et technologique des peupliers - Les conditions écologiques pour la culture des peupliers en Israël sont, à part le facteur eau, excellentes. Aussi faudra-t-il attendre la résolution du problème de l'alimentation du pays en eaux douces pour recréer des plantations industrielles de

cette essence.

Mais le pays possède, ainsi que cela a été dit, des quantités importantes d'eaux salines ~~impropres~~ à l'agriculture. Si on arrive à trouver des variétés de peupliers capables d'utiliser ces eaux, il sera possible de recréer des plantations industrielles de peupliers qui pourront obtenir toute l'eau dont elles ont besoin sans pour autant nuire au bilan hydrologique du pays.

Il existe des Populus alba, tels ceux poussant en Camargue ou dans la Vallée du Rio Negro en Argentine, pouvant supporter des quantités importantes de sel dans le sol. Il serait intéressant d'expérimenter des variétés similaires en Israël, qui pourraient être irriguées avec des eaux salines. La production de bois de ces plantations trouverait un débouché immédiat dans les usines d'allumettes, de contreplaqués, de bois défilés et de cellulose d'Israël.

Acacia cyanophylla Lindl. - Cette essence, originaire de Sud-est d'Australie, où elle forme sur sol calcaire le sous-étage de E. gomphocephala, a été introduite en Israël dans les années 1950 de ce siècle, en vue de fixer les dunes côtières. Après son introduction, cet arbuste s'est montré d'une plasticité extraordinaire. Il pousse bien, non seulement dans les sables côtiers où il est révélé l'essence fixatrice par excellence, mais aussi dans les régions écologiques très diverses, sur les grès calcaires des collines de la Plaine Côtière, sur les pentes basaltiques du versant Est du Lac de Tibériade, où il a réussi à arrêter l'érosion des sols très meubles, sur les "terra rossa" du Turonien-Cénomanién sur les sols gris de l'Eocène, sur les terres de loess du Néguev septentrional. Partout, cette essence s'est révélée remarquablement bien adaptée. Elle s'est montrée aussi excellente fixatrice des sables artificiels, tant en montagne qu'en plaine.

a. Comportement hydrologique.

- Précipitations annuelles - La plasticité extraordinaire de cette essence et son développement dans les sables de Haloutza au Sud de Beer Sheva, où la pluviosité moyenne est inférieure à 100 mm, avaient fait présumer que nous avons ici l'essence xérophile par excellence qui se contente de quantités minimales d'eau.

Or, il s'est avéré, durant ces dernières années de sécheresse que, si, sur les sables, cette essence peut se contenter de quantités minimales (à condition d'être largement espacée), elle exige, par contre, sur les terres du loess du Néguev Septentrional, un minimum de 200-250 mm d'eau qui doivent lui être fournis soit par les précipitations, soit par l'irrigation, faute de quoi il dépérit.

- Facteurs d'utilisation des précipitations par l'A. cyanophylla - Le problème est important surtout sur les sables de la

Plaine Côtière, car ces sables sont, proportionnellement à leur surface, les terrains les plus fortement producteurs d'eau souterraine de la nappe du Plio-Pleistocène. Malheureusement, aucune étude systématique n'a été accomplie jusqu'à présent.

(1) Interception- Ces pertes pourraient être estimées à 15% du total des précipitations. Par comparaison avec les sables sans couverture la proportion est assez importante, mais cette perte ne doit pas être de beaucoup supérieure aux pertes par interception de la couverture naturelle complète des sables.

(2) Evapotranspiration- L'Acacia cyanophylla aurait pu consommer, grâce à son fort enracinement, des quantités d'eau importantes. Mais comme l'enracinement de cette espèce ne dépasse pas, d'après les observations de l'auteur, une profondeur supérieure à 2 m, et que l'eau capillaire des sables côtiers atteint 4 à 4,5% du volume total, cette essence ne peut évaporer des quantités d'eau supérieures à celles dont elle dispose, soit environ 100 mm après la fin de la saison des pluies. La nappe phréatique est trop profonde pour que les acacias puissent y puiser leur eau.

Il faut également tenir compte du fait que, depuis 1949, date où le pâturage des chèvres a été interdit sur les dunes, de très grandes surfaces se sont couvertes d'une végétation naturelle qui forme souvent une sorte de garigue inextricable, et il est bien douteux que l'évapotranspiration de cette formation soit inférieure à celle des Acacias.

Intérêt sylvicole et technologique - En ce qui concerne sa production de bois, sa valeur est presque nulle. Son intérêt comme bois de papeterie ou de cellulose n'a pas été étudié, mais il est douteux que cette production soit économiquement rentable vu les très faibles quantités qu'on peut en obtenir.

L'écorce de cet Acacia est assez pauvre en tanin. L'analyse d'un échantillon d'écorce d'A. cyanophylla prélevé par l'auteur dans les dunes d'Acre, a donné les résultats suivants:

matières solubles dans l'eau	25,4%
matières tannantes	17,4%

Ainsi, même comme producteur de tanin, cet Acacia n'a pas d'avenir en Israël.

Par contre l'Acacia cyanophylla a déjà joué et devra jouer dans l'avenir un rôle de plus en plus important comme essence fixatrice et colonisatrice transitoire, non seulement sur les sables côtiers où son éloge n'est plus à faire, mais aussi dans

les reboisements des montagnes et du Néguev. On peut affirmer que cette essence n'a presque jamais déçu et qu'il sera nécessaire de faire appel à elle de plus en plus, afin de préparer le terrain pour l'introduction d'essences plus intéressantes.

Parkinsonia aculeata L. - Cet arbuste, originaire de l'Amérique centrale, n'est pas à proprement parler une essence forestière. Il se compose de quelques tiges à écorce verte et d'un feuillage très léger. Son principal intérêt réside dans son enracinement étendu et profond, qui fait de lui une essence pouvant jouer un rôle très actif dans les travaux de fixation des terrains meubles, surtout dans les régions arides.

En Israël, cette essence s'est adaptée à des conditions écologiques très diverses. On le trouve sur les basaltes du versant Nord-Est de la Chaîne Centrale de Montagnes, sur les terrains calcaires du Turonien-Cénoomanien, sur le loess du Néguev. Elle s'adapte également sur les terrains salins.

Elle a été utilisée récemment pour fixer des remblais le long de chemins creusés à même le roc dans les montagnes du Turonien-Cénoomanien. Elle devra occuper une place importante dans la fixation des berges des oueds dans les futurs travaux d'aménagement des bassins versants.

DEUXIEME PARTIE

LES REGIONS ECOLOGIQUES D'ISRAEL ET LEUR INTERET FORESTIER

Chapitre VII

LA PLAINE COTIERE

SITUATION GEOGRAPHIQUE.

C'est la plaine encastrée entre la Méditerranée à l'Est et la plaine Centrale de Montagnes à l'Ouest. Elle s'étend sur une longueur de 200 km, de la frontière libanaise à la frontière égyptienne, étant partagée en deux par le Massif du Carmel qui avance jusqu'à la mer. La partie septentrionale forme la Plaine d'Acre, tandis que la plaine Côtière proprement dite est située au Sud de ce massif.

La largeur de la Plaine d'Acre est de 8 km, celle de la Plaine Côtière le long du Carmel est inférieure à 5 km. Mais cette plaine va s'élargissant au fur et à mesure que l'on descend vers le sud. Près de Tel-Aviv, elle mesure 20 km, Elle atteint sa largeur maximum de 30 km un peu au sud de Gaza. Son altitude moyenne est de 70 m.

La topographie de la Plaine Côtière n'est pas uniforme; elle se compose sur sa plus grande longueur, d'une suite de trois chaînes de collines de grès calcaire parallèles à la côte et séparées par des vallées, ce qui crée une topographie ondulée. Dans le Sud la topographie est beaucoup plus uniforme.

CLIMAT.

Le climat de la Plaine Côtière se rattache au climat méditerranéen, qui est caractérisé par une courte saison de pluies (Novembre-Mars) et une longue période de sécheresse (Avril-Octobre). Quoique la différence de latitude entre le Nord et le Sud de la plaine ne soit pas très grande, il existe des différences notables entre leurs données climatiques, surtout en ce qui concerne les précipitations.

1. Précipitations.

- a) Moyenne annuelle des pluies- La moyenne des précipitations d'Acre pour la période 1920-1950 a été de 577 mm. Plus au Sud, elle n'est plus que 517 mm à Netanya, 496 mm à Lydda, 422 mm à Ashkelon et 376 mm à Gaza. Les plus fortes pluies tombent entre Décembre et Février. Le nombre de jours de pluie (plus de 1 mm par 24 heures) diminue du Nord au Sud, étant de 54 jours à Acre, 45 à Lydda et seulement 37 à Gaza.
- b) Amplitude des précipitations- l'amplitude annuelle des précipitations par rapport à la moyenne s'accroît en descendant vers le Sud. A Acre, le rapport de l'année la plus pluvieuse à la plus sèche a été de 265%. A Lydda, ce pourcentage était de 272%, à Gaza de 710%.

c) Intensité - Bien que la Plaine Côtière ne soit pas la région qui reçoit la plus forte quantité de précipitations annuelles, c'est ici que l'on assiste aux plus fortes intensités. En 1945, Tel-Aviv a reçu 800 mm de pluie en 80 jours, soit une moyenne de 10 mm par jour. Mais si on veut calculer l'intensité par heure de précipitation (197 heures), on arrive à une moyenne de 4 mm par heure! Le 29 Novembre 1954, Tel-Aviv a reçu en 5 minutes, 16,1 mm de pluie! De très fortes intensités ont été enregistrées également à Rehovot, Ekron, Gaza et autres stations de la Plaine Côtière.

Quant aux intensités journalières, des chutes de pluie de plus de 100 mm sont chose courante. En 1938, on a enregistré à Tel-Aviv 178 mm de pluie en 24 heures. Parmi les plus fortes intensités périodiques de pluie on pourrait citer celle de Novembre 1938 à Rishon le Zion qui a atteint 417 mm en 5 jours, et celle de Décembre 1951 à Beit Oved qui atteint 569 mm en 11 jours.

2. Températures.

Ce qui caractérise les températures de la Plaine Côtière est faible amplitude entre le jour et la nuit et entre l'été et l'hiver. La température moyenne de la plupart des régions de la Plaine Côtière oscille autour de 20°, température qui est quelquefois supérieure à la température moyenne de Beer Sheva. La température moyenne de Janvier oscille entre 12°,8 et 13°,6, et celle d'Août entre 26°,0 et 26°,4. Elle descend rarement au dessous de 0°. La température la plus basse enregistrée à Lydda a été de -2°,5. Les températures maximales de l'année sont enregistrées au printemps et l'automne, lorsqu'à la température relativement élevée de l'époque vient s'ajouter l'influence des vents chauds et secs venant de l'Est. La température maximale enregistrée à Acre a été de 45°, à Tel-Aviv et à Gaza de 46°. Il est à noter que les températures moyennes à proximité des agglomérations urbaines sont un peu supérieures à la moyenne.

3. Les vents.

Parmi les vents qui soufflent sur la Plaine Côtière il faut distinguer les vents hivernaux, les vents estivaux et les hamsins.

-En hiver, le cycle général du vent est le suivant: le vent souffle du Nord-Est, tourne à l'Est, au Sud, au Sud-Ouest, à l'Ouest et fin au Nord-Ouest. Un tel cycle dure généralement une semaine.

-En été, le cycle est beaucoup plus simple et ne dure que 24 heures. Durant la journée, le vent souffle de la Méditerranée vers l'intérieur, le soir est généralement calme. Après minuit, une brise commence à souffler de l'intérieur des terres vers la mer,

La fréquence des observations sans vent varie; elle est de 17% dans la région d'Acre, de 14% dans la région de Tel-Aviv, et de plus de 26% dans la région de Gaza.

La force moyenne des vents est d'environ 10,3 km/heure à Acre de 9,1 km/heure à Gaza; dans la région de Tel-Aviv, elle varie entre 13,3 km/heure durant les mois d'hiver et 9,1 km/heure en été. La plus forte intensité des vents est celle des vents de l'Ouest (Sud-Ouest, Ouest et Nord-Ouest) qui constituent 57% des observations à Gaza et 70% à Acre. Mais si, dans la région de Gaza, les vents Ouest et Nord-Ouest sont les plus fréquents, il n'en est pas de même à Acre où les vents Sud-Ouest et Ouest prédominent. A Tel-Aviv, les vents Nord-Ouest et Sud-Ouest ont la même importance. Les tempêtes se produisent surtout en hiver. Dans la région d'Acre, les tempêtes du Sud-Ouest sont les plus fréquentes, mais les tempêtes venant de l'Est et dues aux hamsins occasionnent aussi des dégâts. Les tempêtes dans les régions méridionales de la Plaine Côtière sont beaucoup moins violentes.

- Les Hamsin - Ce sont des vents périodiques dus, soit à des centres de basses pressions qui convergent, de l'Est ou du Sud, vers Israël, environ une fois par semaine durant la saison pluvieuse (de Novembre à Mai) soit à des zones de hautes pressions centrées sur le désert syrien. Ces vents, qui viennent de l'Est, ont les caractéristiques météorologiques et thermales des régions désertiques qu'ils traversent, froids et secs en hiver, brûlants, secs et poussiéreux au printemps et en automne. Ils provoquent toujours une très forte baisse de l'humidité atmosphérique, très caractéristique.

En hiver, la température de l'air, par l'action d'un hamsin, peut descendre à moins de 0°, tandis qu'au début et à la fin de la saison des pluies, sous son influence, la température peut augmenter considérablement. Ces hamsins ont une forte influence sur le succès ou l'échec des reboisements. La plantation en hiver, par temps de hamsin, se solde généralement par un échec. Au printemps ou en automne, quelques jours de hamsin consécutifs peuvent anéantir complètement une jeune plantation.

4. L'humidité relative.

L'humidité relative de la Plaine Côtière est assez élevée. Elle atteint une moyenne annuelle de 64 à 72%. A Acre, l'humidité relative moyenne est de 67% avec des amplitudes allant de 62% en février et 70% en Juillet. A Gaza, la moyenne est de 70% avec des amplitudes allant de 67% à 72%. Dès qu'on s'éloigne de la côte, l'humidité relative diminue, et Lydda, située 15 km plus à l'intérieur n'a déjà plus que 64% d'humidité relative avec des amplitudes allant de 58% à 71%. Cette humidité relative diminue fortement durant les jours de hamsin et atteint alors ses valeurs minimales.

5. Les précipitations occultes.

Les valeurs élevées de l'humidité relative et les amplitudes relativement fortes entre les températures du jour et de la nuit durant les mois d'été sont cause d'un dépôt important de rosée.

A Acre, par suite de l'influence des massifs montagneux, on a que 110 journées de rosée par an. Mais plus on avance vers le

d, l'influence des montagnes se fait de moins en moins sentir. Le nombre des journées de rosée croît, pouvant atteindre 200 à 250 jours à Gaza. Quant aux quantités annuelles de rosée, elles varient d'une année à l'autre, les quantités moyennes reçues par la Plaine Côtière, calculées d'après la méthode de DUVDEVANI, sont de 30 mm/an. Les quantités maximales obtenues ne sont pas, comme on pourrait le croire, près de la côte, mais à quelques km plus à l'Est.

La quantité maximale mesurée par cette méthode a été obtenue en 1947 à Ramot Hashavim, et s'élevait à 65 mm. ASHBEL donne, par ailleurs, des quantités de rosée mesurées de beaucoup supérieures. D'après ce dernier, les quantités de rosée annuelles de la Plaine Côtière varient, entre 40 mm/an près d'Acre et 120 mm/an dans les environs de Gaza.

En tout cas, plusieurs fonctions végétatives des arbres de la Plaine Côtière et des régions arides d'Israël ne peuvent s'expliquer que par l'influence bienfaisante des précipitations occultes.

GEOLOGIE.

Géologiquement, la Plaine Côtière est une formation très jeune. On trouve des dépôts du Pliocène tout le long de la plaine, mais ceux-ci ont été recouverts par les dépôts alluvionnaires plus récents des formations quaternaires du Pleistocène et de l'Holocène.

Il faut mentionner la présence de collines de grès calcaire formées très récemment (on a découvert des instruments en silex qui y sont incrustés) et qui continuent à se former de nos jours. Ces collines de sable cimentées par du calcaire forment trois chaînes parallèles à la côte. Elles sont à l'origine des sols rouges de la Plaine Côtière. Lorsque l'action des vagues ou des cours d'eau a réussi à créer une ouverture dans ces chaînes, les sables côtiers ont commencé à envahir les terres intérieures et à y créer des dunes.

PEDOLOGIE ET ASSOCIATIONS NATURELLES.

1. Dunes côtières.

Ces dunes, qui ont pour origine les sables apportés par les alluvions du Nil et que la mer a rejetés sur les côtes d'Israël, occupent 26.000 ha; c'est au Sud de Tel-Aviv qu'elles occupent les plus larges surfaces. Ces dunes ont une hauteur moyenne de 30-40 m, mais elles atteignent par endroits un maximum de 90 m de hauteur. À certains endroits, comme à Rishon le Zion, elles ont pénétré jusqu'à 7 km à l'intérieur des terres. Elles ont la forme typique des dunes mouvantes, c'est-à-dire à pente faible du côté du vent dominant, et à pente abrupte sous le vent.

La vitesse d'avancement des sables dépend de nombreux facteurs tels que la finesse de leurs grains, la topographie, la végétation naturelle, la vitesse du vent. Actuellement les dunes les plus dangereuses sont celles de la région d'Acre où, par suite de la finesse des grains, de l'engouffrement du vent entre deux chaînes de

ntagnes et du manque de végétation, le mouvement des sables est plus violents.

Voici, à titre indicatif, la composition physique d'un échantillon de sable prélevé par l'auteur à Nitzanim, à 30 km au Nord de Gaza, sur des dunes situées à proximité de terres agricoles:

Profondeur en cm	sable grossier 0,02-2mm	sable fin 0,02-0,2	limon 0,02-0,002	argile 0,002	en %	
					CaCO ₃	pH
40	93,5	1,9	1,0	0,2	3,4	8,6

La végétation naturelle des sables varie selon que ceux-ci sont mouvants ou plus ou moins stabilisés.

Sur les sables en mouvement, l'association principale est celle de l'Ammophila arenaria - Cyperus conglomeratus, l'A. arenaria formant plus de 90% de la couverture. Parmi les autres plantes de l'association on peut citer le Lotus creticus, l'Oenothera Drummondii, l'Ipomoea stolonifera.

Sur les sables plus ou moins stabilisés on trouve l'association de l'Artemisia monosperma - Cyperus mucronatus. Parmi les autres plantes de l'association on peut citer le Retama Roetam, le Polygonum equisetiforme, le Tamarix articulata. Cette association forme quelquefois une garigue très dense couvrant complètement le sol et rendant la circulation très difficile.

2. Sols à kourkar.

Ces sols proviennent de la désagrégation des roches des collines de grès calcaire. Ce sont généralement des sols grossiers, très filtrants, à fort pourcentage de calcaire.

Voici l'analyse d'un échantillon de ces sols pris à Ramat Gan rapportée par ZOHARI:

profondeur en cm	en %					
	sable grossier	sable fin	limon	argile	Ca CO ₃	pH
15	21,3	59,7	5,8	-	17,8	7,6
40	49,9	25,5	5,0	-	13,8	7,6

La végétation naturelle de ces sols diffère selon leur texture physique. Sur les sols désagrégés à sable relativement fin on trouve l'association de l'Helianthemum elliptici, tandis que sur les sols de grès peu désagrégés, dans la partie Nord de la plaine, on trouve des associations de Batha et de Garigue principalement à base de Ceratonia siliqua - Pistacia lentiscus.

La présence de ces sols à l'intérieur et aux environs des agglomérations urbaines et leur altitude relative les ont, dans plusieurs cas, prédestinés à la création de parcs et bosquets, plantés généralement de pins d'Alep qui y viennent bien..

4. Sols rouges.

Ces sols, qu'il faut distinguer des "terra rossa" originaires des calcaires durs des montagnes de la partie subhumide d'Israël, forment une bande étroite encadrée entre les dunes de la Plaine côtière et les terres alluviales qui descendent des montagnes de l'est. Ils sont dus à la désagrégation des roches de grès calcaires (arkar) qui sont composées de sables quartzeux cimentés par du carbonate de chaux (40-50%). Les carbonates sont dissous et emportés par les eaux de pluie. Les éléments restants comprennent de la silice, des oxydes ferreux et ferriques, des oxydes d'alumine, et de petites quantités d'autres éléments.

On obtient ainsi des sols plus ou moins sableux, à cohésion faible entre le sable et l'argile. On trouve souvent un horizon d'enrichissement à une profondeur de 20-30 cm, et quelquefois à une profondeur de 1 à 2 m des horizons d'accumulation argileux imperméables nommés "nazaz". Ces sols sont très hétérogènes. Les différences sont dues aux différentes proportions d'argile et de sable. Si la proportion d'argile ne dépasse pas 20%, la perméabilité est bonne. Généralement ces sols, peu sujets au gonflement et à la contraction, ont une bonne aération.

Du point de vue chimique ces sols sont caractérisés par une teneur presque complète de Ca. Leur réaction est plus ou moins acide (pH = 6,5/7,5). Ils sont pauvres en éléments nutritifs,

tant il se sont révélés les meilleurs pour la culture des légumes.

Voici les résultats d'analyses physiques d'échantillons de ces sols prélevés par l'auteur à Naan, près de Rehovot:

Profondeur en cm	en %					
	sable grossier	sable fin	limon	argile	Ca CO ³	pH
- 30	73,8	17,9	2,3	6	0	7,6
- 60	71,8	13,1	2,3	12,3	0	7,6

L'association végétale dominante de ces sols est celle de Eragrostis bippinata - Centaurea procurrens.

La surface de ces sols est généralement assez ondulée. Leur superficie totale est de 64.000 ha.

Sols alluviaux.

Ces sols proviennent du résultat de l'érosion sur les produits de désagrégation des roches de la Chaîne Centrale des Montagnes. Dans la Plaine Côtière proprement dite, ces sols forment une bande continue de largeur variables s'étendant du Carmel jusqu'aux terres à l'ouest du Néguev Septentrional. Leur surface totale est de 100.000 ha. Ils occupent aussi dans la Plaine d'Acre, au Nord du Carmel, une surface de près de 20.000 ha.

Du point de vue physique, ces sols, de couleur brune, contiennent de fortes proportions de limon et d'argile, sont riches en humides, peu perméables et retiennent considérablement l'eau. Ils sont fortement sujets au gonflement et à la rétraction, et par conséquent ils se fissurent facilement en été.

Ces sols ont un pH légèrement alcalin. Ils sont beaucoup plus riches en éléments fertilisants et en matières organiques que les sols rouges. Par contre, à cause de leur forte capillarité, il arrive qu'en cas de drainage défectueux, les sels remontent à la surface, ce qui accroît la salinité du sol.

Voici le résultat d'une analyse d'échantillon de ces sols prélevée par l'auteur à Yavne, kiboutz situé au Sud-Ouest de Rehovot:

profondeur en cm	sable grossier	sable fin	limon	argile	Ca CO ³	pH
0 - 30	14,5	58,5	23,8	23,2	7,5	7,5
0 - 60	14,1	55,1	25,9	24,9	8,2	8,2

Ces terres ont été utilisées de tous temps pour l'agriculture. Les principales espèces naturelles de ces terres cultivées est le Prosopis farcata, espèce qui ne vient bien que sur des sols profonds riches.

SUBDIVISIONS ET TERRAINS REBOISES DE LA PLAINE COTIERE.

1. Subdivisions.

La superficie totale de la Plaine Côtière, y compris le Massif Carmel est de 277.800 ha. Elle comprend la Plaine d'Acre au Nord Carmel, (29.100 ha) le Massif du Carmel (26.200 ha) et la Plaine côtière proprement dite qui va du Carmel à la frontière méridionale (22.500 ha).

Voici, d'après le relevé de 1955 du Service de la Conservation des Sols, la destination souhaitable des sols de la région:

sous-régions	agricole	urbaine	oueds, rivières étangs	forestière et pastorale	dunes côtières	Total en ha
Plaine d'Acre	19210	7420	450	1260	760	29100
Massif du Carmel	3160	4060	-	18980	-	26200
Terres légères de la Plaine Côtière	64070	18860	380	1490	25220	110020
Terres alluviales de la Plaine Côtière	99540	3610	1160	7640	530	112480
Total	185980	33950	1990	29370	26510	277800

Il ressort de cette table:

- a) Que la concentration des terres agricoles de cette région est très forte et représente les deux tiers des terres.
- b) Que les terrains urbains représentent près de 34.000 ha, soit 12% de la superficie totale.
- c) Que les principales concentrations territoriales qui pourraient être utilisées à des fins de reboisement sont le Massif du Carmel (19.000 ha) et les dunes côtières (25.000 ha).

Terrains reboisés.

Si on excepte les jardins et les parcs municipaux et quelques bosquets, les principaux terrains reboisés de la Plaine Côtière sont les suivants:

- Les 600 ha d'eucalyptus des environs de Hadera - Pardess Hana qui avaient été plantés principalement en vue d'assécher les marais.
- 400 km de plantations routières d'E. camaldulensis.
- Les plantations sur dunes d'A. cyanophylla d'Acre, de Césarée, Kfar Netter, Rishon le Zion, Yavne, etc., qui avaient comme but la protection des voies de communication et des installations du génie.

On voit donc que toutes les plantations réalisées dans la Plaine Côtière avaient un but de protection. Si les Acacias continuent à jouer ce rôle, il n'en est plus de même des plantations drainantes et des plantations routières d'eucalyptus qui sont devenues des plantations productrices de bois. Mais ces plantations sont fortement consommatrices d'eau douce: aussi est-il nécessaire de faire une étude économique comparative des bénéfices réalisés par les plantations d'eucalyptus et de ceux qui pourraient être réalisés par l'utilisation des eaux libérées afin de créer des plantations fruitières. Cette étude doit décider s'il vaut mieux conserver les plantations de production et d'alignement des eucalyptus, ou les supprimer.

PRINCIPAUX FACTEURS INFLUENCANT LE REBOISEMENT DE LA PLAINE

CÔTIÈRE.

Concentration urbaine.

La Plaine Côtière est la région où sont concentrées les principales agglomérations urbaines du pays. En 1955 nous l'avons dit, les terrains urbains occupaient 34.000 ha soit 12% de la superficie de la Plaine Côtière. Entre temps, de nouveaux centres urbains ont été créés, tel le port d'Ashdod, ce qui a accru le pourcentage. En fin de 1962, 1,46 millions sur les 2.33 millions d'habitants

Israël, vivaient dans les agglomérations urbaines de cette région. Les deux principaux centres urbains, le Grand Tel-Aviv et le Grand Haïfa concentraient à eux deux 43% de la population. Dans la Plaine Côtière se trouvent également la majorité des établissements industriels et les principaux centres touristiques du pays, ainsi que plus des 4/5 des voitures automobiles.

Cette concentration urbaine pose au reboisement les tâches suivantes:

- Eliminer la pollution de l'air.
- Améliorer l'esthétique des paysages.
- Créer des lieux de repos et de récréation ombragés pour la population urbaine.

2. Développement agricole.

La Plaine Côtière est une région agricole par excellence, dont les terres arables occupent 67% de la superficie totale. C'est d'ailleurs avec ses 186.000 ha, la principale région agricole du pays, comprenant 91.000 ha de terres irriguées, soit près de 50% des terres agricoles. C'est dans la Plaine Côtière que sont concentrées 80% des plantations d'agrumes, la principale culture d'exportation du pays.

Les problèmes principaux que l'afforestation peut résoudre dans les terres agricoles sont les suivants:

- La protection des terres agricoles contre l'envahissement des dunes mouvantes qui longent la plaine sur presque toute sa longueur.
- La protection des terres agricoles contre les inondations dues aux trop fortes intensités des précipitations hivernales.
- La protection des plantations et autres terres irriguées contre l'action néfaste des vents.

3. Bilan hydrologique.

La Plaine Côtière étant à la fois la région agricole la plus étendue d'Israël, et la région à plus forte concentration urbaine, consommant plus de 80% des eaux à usage domestique et industriel) ces faits ne pouvaient manquer d'avoir de répercussions sur le bilan hydrologique régional. A l'heure actuelle, la consommation en eau de la Plaine est très supérieure aux possibilités d'approvisionnement. Aussi, des mesures d'ordre sylvicole doivent elles être prises pour réduire ce déficit. Parmi ces mesures on peut citer:

- La nécessité de réduire au minimum le couvert végétal des dunes côtières qui sont les sols le plus hautement producteurs d'eaux souterraines d'Israël.

- La résolution du problème des plantations industrielles et des plantations routières d'eucalyptus.
- La régularisation et la purification des eaux de ruissellement par aménagement des bassins versants (dont certaines parties sont situées dans la Plaine Côtière) en vue de leur exploitation par enrichissement hivernal des eaux souterraines du Plio-Pléistocène, ainsi que la protection des ouvrages d'adduction d'eau installés sur les dunes.
- La nécessité de contribuer à la protection des installations d'exploitation de l'effluent purifié des centres urbains,

REBOISEMENT DE LA PLAINE COTIERE.

1. Reboisement des dunes.

Le facteur primordial qui conditionne le reboisement des dunes est le bilan hydrologique négatif de cette région. Les dunes côtières font partie des terrains qui alimentent en eau la nappe phréatique Plio-Pléistocène. Or, les 26.000 ha de dunes, malgré leur surface relativement restreinte, fournissent annuellement 27% de ces eaux souterraines. Certaines dunes dénudées sont en mesure d'enrichir la nappe phréatique d'une quantité d'eau égale à 60% des précipitations.

Sans aucun doute, tout travail d'afforestation de grande envergure sur les dunes côtières aura comme résultat final la diminution des eaux de pluie qui rejoindront la nappe phréatique. La situation hydrologique actuelle ne permet donc pas d'adopter cette solution.

Si la quantité d'eau douce mise à la disposition de la Plaine côtière était illimitée, la destination de ces dunes aurait été agricole et les travaux de reboisement se seraient limités à la protection de brise vent. Les dunes étant situées dans la région prédestinée à la plantation d'agrumes, quelques années auraient suffi pour y créer, grâce à des mesures agrotechniques, un sol agricole, leur trop fort pouvoir filtrant aurait pu être contrebalancé par un régime d'irrigation approprié.

Au cas où les quantités d'eau se trouvant à proximité de la Plaine Côtière auraient suffi aux besoins de l'irrigation et de l'urbanisme de la région, sans surplus, il aurait été possible de conserver ces dunes, sans nuire au bilan hydrologique. Les concentrations urbaines et la proximité des plages à sable fin auraient permis de transformer la région, sur toute sa longueur, en un centre touristique de premier ordre combinant la mer, les plages fines et les pinèdes.

Mais telle que la situation se présente actuellement, les travaux d'afforestation à entreprendre sur ces dunes peuvent résumer ainsi:

- a) Travaux de défense des voies de communication - Plusieurs routes et chemin de fer reliant les principaux centres d'Israël traversent les sables côtiers. Des travaux de protection ont déjà été érigés et continuent à l'être au fur et à mesure des besoins.
- b) Travaux de défense des installations d'adduction d'eau - Ces installations comprennent notamment:
 - Les travaux de récupération des eaux de l'effluent des régions de Dan (y compris Tel-Aviv), Ashkelon, Rehovot, Hadera et Naharya.
 - Les travaux de récupération des eaux de ruissellement superficiel comprenant les projets Ménashe, Hadera, Rubin, Lahish et Shiqma.
 - Les travaux de récupération des eaux de la nappe du Plio-Pléistocène avant qu'elles ne rejoignent la mer (Projet du Collecteur Côtier).
 - La recharge artificielle de la nappe phréatique du Plio-Pléistocène avec les eaux excédentaires hivernales.
 - Les puits installés sur les sables côtiers.
- c) Travaux de défense des terres irriguées de la Plaine Côtière contre l'envahissement des sables.
- d) Création de parcs et jardins, avenues, zones vertes dans les villes construites sur les sables côtiers.
- e) Amélioration des quelques centres touristiques déjà existants tels que Naharya, Césarée, Ashkelon, par la création de quelques pinèdes à proximité.

Un certain équilibre entre les surfaces nues et réboisées des dunes devra donc être maintenu afin de permettre, d'une part l'obtention de quantités maximales d'eau souterraines et d'autre part protéger les installations de génie, terres, etc., et de créer quelques zones vertes.

La méthode de fixation des dunes mouvantes de la Plaine Côtière, utilisée jusqu'en 1950, consistait dans leur fixation temporaire à l'aide d'éclats d'Ammophila arenaria âgés de 2 ans. Deux ans plus tard, quand l'A. arenaria avait relativement stabilisé les dunes, on y introduisait des Acacia cyanophylla d'un an, élevés dans des récipients fermés. Ces Acacias étaient plantés à 70 - 80 cm de profondeur. Cette méthode avait donné d'excellents résultats sur les dunes de Gaza (précipitations annuelles moyennes de 400 mm) et avait même réussi à stabiliser les dunes dans les conditions extrêmement difficiles des environs d'Acre.

Après 1950, cette méthode a subi quelques modifications.

stabilisation temporaire de sables mouvants est réalisée par r couverture avec des branchages. La stabilisation permanente toujours confiée à l'A. cyanophylla mais comme on n'a plus à outer la concurrence de l'A. arenaria, on peut le planter un peu s superficiellement. Ces deux opérations sont exécutées simultanément, généralement dans la deuxième quinzaine de Février. Cette mode a l'avantage de permettre de terminer la stabilisation initive deux ans plus tôt. Jusqu'à présent, l'A. cyanophylla est Israël la seule essence permettant la fixation permanente des les côtiers . Toutes les autres essences expérimentées ont échoué.

On reproche à l'Acacia cyanophylla de consommer, par suite de enracinement plus profond, des quantités d'eau appréciables, et faire perdre en plus, par interception, des quantités d'eau supplémentaires. Les faits sont exacts. Mais comme l'enracinement ervé de cette espèce ne dépasse pas 2 metres, et tenant compte fait que l'eau capillaire des sables côtiers ne représente que 4,5% du volume total du sol, que la nappe phréatique se trouve n profondeur telle que les Acacias ne peuvent y puiser leur eau, te espèce ne peut évaporer plus d'eau qu'elle n'en trouve à sa position. Evidement, cette eau consommée et interceptée est due pour la nappe phréatique. Mais comme on n'a pas trouvé, qu'à présent, une autre méthode capable d'assurer la protection ouvrages, dont la valeur se chiffre par dizaines de millions de res, contre l'envahissement des sables, il est nécessaire de considérer cette perte d'eau comme une dépense inhérente à l'installation de ces ouvrages.

Dans les quelques prochaines années, on a l'intention d'ériger les sables côtiers des ouvrages d'adduction et d'exploitation au qui permettront d'accroître le potentiel en eau du pays de lque 200 millions de m³ supplémentaires (100 millions de m³ aux de ruissellement superficiel, et 100 millions d'effluent ifié). Le financement de ces projets exigera des centaines de lions de livres. L'étude préliminaire de ces projets a montré la protection des ouvrages nécessitera la plantation de 1.500 ha acacias. Ces plantations pourraient causer la perte de quelques 2 lions de m³ par an, (en se basant sur une perte de 50% par rapport aux dunes dénudées). Ce chiffre est insignifiant par rapport à l'importance des projets (1%).

Il en est de même en ce qui concerne la défense d'ouvrages du ie, de voies de communication, d'habitation, etc., contre les es mouvants. Toutes ces installations ne peuvent être protégées par des bandes vertes d'Acacias qui causeront une certaine te d'eau.

La création de pinèdes sur les sables côtiers tient plutôt de rt des jardins que de l'afforestation. Tous les essais d'implan-on de pins pignons, sans irrigation, sur ces sables ont pratiquet échoué. Il ne reste que quelque exemplaires disséminés, tels x qui se trouvent parmi les A. cyanophylla dans les dunes des riron d'Acre. Mais dans les jardins particuliers des villes cons- ites sur les sables, comme Holon et Bat Yam, on trouve de très

aux exemplaires irrigués qui atteignent de 10 à 12 m de hauteur à l'âge de vingt ans. Cet exemple pourrait être suivi pour la création de petites pinèdes à proximité des plages touristiques.

Les plantations des dunes en E. camaldulensis ont généralement échoué. Le peuplement reste clair, les arbres petits et rabougris. Il est à noter que dans certaines stations, telle Kfar Netter, les eucalyptus ont été plantés parmi des A. cyanophylla ils se sont bien développés.

. Zones vertes et plantations routières.

Les grandes villes d'Israël continuent à croître à un rythme très rapide sans que leurs espaces verts augmentent en proportion. C'est un fait qu'on n'a pas encore assez conscience de leur nécessité, et ceci malgré une pollution atmosphérique assez importante, due au développement industriel, à la multiplication des foyers domestiques et à l'accroissement sans précédent des voitures automobiles en Israël qui de 34.000 en 1951, dépassaient 100.000 à la fin de 1962.

Cette pollution accroît les risques de maladie de la population et la présence d'arbres, de parcs, jardins, avenues et espaces verts joue un rôle actif dans l'épuration de l'air de ses gaz toxiques, tel l'anhydride sulfureux. A l'égard des bactéries, la végétation joue le rôle d'un véritable filtre à condition d'être suffisamment dense. Le feuillage des arbres fixe également de trois à cinq fois plus de poussière que des surfaces nues placées dans les mêmes conditions.

En outre, ces espaces verts sont appelés à fournir aux citadins des lieux de repos et de récréation, à protéger la population des ardeurs du soleil subtropical, à améliorer l'esthétique des paysages et à accroître ainsi l'attrait touristique du pays.

Les espaces verts occupent 9 m² par habitant à Londres, 25 à New York, 50 à Washington et 130 à Los Angeles. Si on se tenait en Israël au chiffre minimum de 10 m² par habitant, les régions urbaines concentrées autour de Tel-Aviv devraient avoir environ 700 m² d'espaces verts. On n'a pas encore atteint le cinquième de cette surface. La situation à Haïfa est meilleure, par suite de la présence du Massif du Carmel, mais les régions urbaines et industrielles situées au Nord-Est de la ville manquent considérablement d'espaces verts.

Une des caractéristiques des espaces verts actuels des villes et villages d'Israël est la profusion des gazons qui consomment de très fortes quantités d'eau. Leur remplacement par des plantations de végétaux indigènes aurait comme résultat : une réduction de la consommation d'eau, l'accroissement des espaces ombragés et, en fin de compte, l'amélioration du potentiel bois d'Israël.

Les plantations routières actuelles des terres rouges et alluviales de la Plaine Côtière avaient été créées dans leur presque

calité au début des années 50. L'espèce utilisée a été l'Eucalyptus camaldulensis. Comme la plupart des terrains qu'elles traversaient étaient irrigués, ces plantations se sont développées à un rythme très rapide, sur le compte des eaux d'irrigation des cultures avoisinantes. Ces eucalyptus ne conviennent donc pas pour des plantations d'alignement.

Il aurait fallu utiliser d'autres essences moins exigeantes en eau et que ne concurrencent pas les plantations d'agrumes et les cultures agricoles. Une expérimentation adéquate doit être entreprise en ce sens.

1. Brise vent.

Les plantations fruitières de la Plaine Côtière occupent une surface de 41.000 ha, dont 31.000 ha d'agrumes et 1.500 ha de palmiers. Des brise vent protègent ces plantations, généralement formés de cyprès et quelquefois de peupliers noirs du Chili. Les cyprès irrigués atteignent de 12 à 15 m mais ne dépassent pas 10 m sans irrigation. Ils sont généralement plantés en quadrillage, en lignes espacées de 100 à 150 m. En supposant une distance moyenne de 120 m entre les lignes, un simple calcul nous donne 6.800 km de brise vent, rien que pour les plantations fruitières. Si on y ajoute la longueur des brise vent des autres terres irriguées de la Plaine Côtière qui occupent 50.000 ha, on arrive à une longueur totale dépassant 14.000 km. Ces brise vent ayant une durée moyenne de vie de 40 ans, on pourrait récolter chaque année le bois de 350 km de brise vent de la Plaine Côtière.

Le rôle indirect de ces plantations, en ce qui concerne la production de bois, n'est donc pas négligeable et vaut la peine qu'on s'en occupe sérieusement. Car c'est un fait que le Cyprès horizontal forme de meilleurs brise vent que le Cyprès pyramidal, étant plus filtrant et protégeant mieux les plantations. Par la production du bois, et la valeur technologique de celui-ci, le Cyprès horizontal est aussi de beaucoup supérieur.

Mais, malheureusement, par suite d'idées preconçues, la plupart des brise vent de Cyprès sont de la variété pyramidalis. Il faut donc insister pour qu'à l'avenir la variété horizontalis soit utilisée exclusivement. Il serait intéressant également d'étudier, du point de vue économique, l'utilisation du Populus nigra L. Cv. Chile comme brise vent capable de fournir en même temps des quantités substantielles de bois et ceci dans un bref délai.

1. Aménagement des Bassins Versants.

En vue d'améliorer le bilan hydrologique de la Plaine Côtière, on a déjà commencé, et on projette de continuer à un rythme rapide, les travaux d'aménagement des bassins versants des principaux ruisseaux, en vue de la récupération annuelle d'environ 100 millions de m³ d'eaux de ruissellement.

Ces travaux d'aménagement devront débiter en montagne et

prendre le reboisement des terres des plus hautes ramifications
oueds, mais une grande proportion des travaux devra être entre-
prise dans les parties basses du bassin, c'est-à-dire dans la Plai-
Côtère proprement dite.

Sur les terres alluviales situées à l'Ouest des montagnes kars-
ques du Turonien-Cénomanién, les inondations sont dues exclusi-
vement aux très fortes intensités des pluies de la plaine et à la
nature imperméable de ces terres. Si on veut régulariser les débits,
tenir des eaux pures de matières en suspension, la nécessité s'im-
pose de recourir à des mesures de conservation des sols agricoles
pour régulariser le débit d'écoulement et purifier les eaux, par
des plantations forestières le long des ravines et des berges des
rivières, protégeant ces berges de l'érosion.

L'expérience fait défaut quant à la valeur des différentes es-
èces pour ces travaux de fixation. On peut prévoir que des essen-
ces à reprise facile, à très forte enracinement et à exigences
faibles tels que le Parkinsonia aculeata et l'Acacia cyanophylla
pourraient convenir.

Les travaux d'aménagement des bassins se poursuivent dans les
zones côtières, car c'est là que les eaux de ruissellement superfi-
ciel seront amenées, d'abord dans des bassins de dépôt des matières
en suspension puis dans des bassins d'épandage qui faciliteront leur
filtration dans la nappe souterraine du Plio-Pléistocène.

Les résultats du projet d'exploitation des eaux de ruisselle-
ment de Shiqma et du Kishon ont démontré la nécessité de ces mesu-
res. Dans le projet de Shiqma, on assiste à l'envasement très rapide
du bassin de décantation des eaux de ruissellement et au colmatage
des bassins d'épandage sur les dunes, les deux actions résultant du
fort pourcentage des matières solides en suspension dans les
eaux de ruissellement. Seules des mesures sylvicoles alliées à des
mesures de conservation des sols parviendraient à arrêter ces
phénomènes.

Utilisation des eaux salines.

La Plaine Côtière possède des quantités appréciables d'eaux
minérales impropres à l'agriculture. Parmi les sources salines on
pourrait citer celle du Kourdani et celle de la rivière Taninim.
Une étude économique s'impose pour voir si ces eaux ne pourraient pas
servir à créer des plantations industrielles forestières afin de
remédier à la pénurie de bois en Israël.

LE MASSIF DU CARMEL.

Situation géographique.

Le Massif du Carmel, dont la pointe avançant dans la mer a créé
la Baie de Haïfa, a la forme d'un triangle qui coupe la Plaine
Côtière en deux. Sa surface totale est de 26.000 ha, sa direction
générale Sud-Est Nord-Ouest. Il atteint une altitude maximum de 548 m,

descend généralement sur la plaine en pentes assez abruptes.

Du point de vue géologique, le Carmel est un anticlinal de direction Sud-Est Nord-Ouest. Il est formé principalement de roches calcaires dures cénomaniennes qui ont donné naissance à des "terra rossa". Les terres agricoles proprement dites ne couvrent qu'un peu plus de la moitié de la superficie. Les terres convenant au reboisement et au pâturage forment près des trois quarts de la surface.

La ville de Haïfa et une partie de ses faubourgs se trouvant sur les flancs et les cimes du Carmel, celui-ci s'intègre économiquement à la Plaine Côtière et sera étudié comme tel.

Climat.

Le climat du Massif du Carmel est conditionné par son relief assez brusque par rapport à la Plaine Côtière, et par le voisinage immédiat de la Méditerranée. Ceci explique son climat plus frais et sa très forte humidité relative. Ces facteurs ont fourni des conditions idéales au développement de la végétation arborescente.

Les précipitations sont ici beaucoup plus fortes que la moyenne générale du pays, grâce à une triple influence:

- La situation du Nord du pays qui est la partie la plus arrosée d'Israël.
- Son altitude par rapport aux plaines avoisinantes.
- Le fait d'être le premier obstacle rencontré par les vents humides de la Méditerranée.

Les précipitations annuelles totales du Massif du Carmel varient entre 600 et 800 mm suivant l'altitude, contre 500 mm dans les plaines avoisinantes. L'amplitude entre les précipitations annuelles maximales et minimales est relativement assez faible.

L'humidité relative annuelle moyenne de 69% est la plus forte des montagnes d'Israël. Sur le Mont Knaan en Haute Galilée, cette humidité relative n'atteint que 58% et à Jérusalem 61%. Ceci manque d'influer sur le nombre des nuits de rosée qui s'élève à 100, et sur les quantités de rosée déposée.

Les amplitudes thermales journalières et saisonnières sont faibles. La température annuelle moyenne est inférieure d'environ 1° à celle de la plaine. Les différences moyennes de température entre le pied du Massif et son sommet sont de 2° en hiver et de 1°,5 en été.

Intérêt forestier du Massif.

Le Massif du Carmel peut être considéré comme une des régions les plus favorables à l'afforestation :

- a) Les sols rocheux et à pente forte ne conviennent pas à

l'agriculture. Etant donné les conditions naturelles favorables, une végétation naturelle de maquis s'y est installée et affermit de jour en jour sa domination.

- b) La ville de Haïfa et ses faubourgs sont bâtis soit sur le Massif lui-même soit à proximité du Massif. Les petits bosquets de conifères déjà installés et les larges forêts qui pourraient y être créées sont des lieux de récréation idéals pour la population urbaine.
- c) La proximité des plages de sable fin et de la montagne boisée ayant une température estivale inférieure de 2° à celle de la plaine, pourrait être mise à profit pour y créer des centres touristiques de première importance.
- d) Il serait intéressant de faire rendre à cette région une quantité maximum de bois.

4. Choix des essences.

Comme le Massif du Carmel contribue de façon appréciable au débit annuellement exploitable des nappes phréatiques locales, le choix des essences doit se baser principalement sur la consommation d'eau de ces essences.

Les deux principales essences à utiliser sont d'abord le pin d'Alep, qui est en train de se propager naturellement sur les pentes du Carmel, et le Pinus brutia. Le pin pignon, quoique extrêmement décoratif, n'est pas à conseiller à cause de sa croissance très lente. Les pins d'Alep naturels du Carmel sont tortueux et tordus, aussi y a-t-il intérêt à y introduire des races à tronc droit.

Le problème du maquis à base de Q. calliprinos dans le Massif du Carmel se pose de façon pressante. Après la mise "en défens" du territoire sur les territoires du Massif, il y a une quinzaine d'années, l'invasion du maquis sur les terres libérées du pâturage est poursuivie rapidement. Là où il était déjà installé, il forme actuellement un fouillis impénétrable. La valeur productive actuelle de ce maquis est nulle. Il ne peut servir de lieu de repos et de récréation pour la population urbaine. Il diminue considérablement les quantités d'eau de pluie rejoignant la nappe phréatique et augmente dangereusement les dangers d'incendie dans cette région très fréquentée.

La nécessité s'impose donc de convertir ce taillis et la seule solution acceptable est son enrésinement en pins d'Alep et pins brutia. Afin d'améliorer le bilan hydrologique des régions limitrophes, il faudrait commencer tout travail de reboisement sur le Carmel par l'enrésinement du maquis: la destruction du maquis sur les faces à enrésiner accroîtra, pendant plusieurs années, l'alimentation en eau de la nappe phréatique. Jusqu'à l'âge de 10 ans, la consommation en eau des pins sera, vu leur faible développement, relativement faible. Lorsque les pins atteindront l'âge adulte,

La consommation en eau, par unité de surface, restera encore inférieure à celle du maquis.

. Dangers d'incendie.

La création de pineraies à proximité de la ville de Haïfa a pour résultat un accroissement des dangers d'incendie. La comparaison des plantations par des essences peu combustibles, et en particulier des eucalyptus, s'impose.

Chapitre VIII

LA CHAÎNE CENTRALE DE MONTAGNES

SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Cette chaîne de montagnes, qui forme l'épine dorsale du pays, est délimitée à l'Est par la Grande Faille du Jourdain et à l'Ouest par la Plaine Côtière. Séparée du Liban par la frontière septentrionale conventionnelle, elle se continue sur une longueur de plus de 200 km dans la partie à climat méditerranéen du pays. La Vallée d'Ezdraelon sépare la chaîne en deux, délimitant la Galilée au Nord, les Monts Ephraïm et de Juda au Sud. La partie de la chaîne se trouvant en territoire israélien couvre une surface de 250.000 ha, dont 230.000 ha, soit 61%, ne conviennent qu'au pâturage et à l'afforestation. La Chaîne Centrale est la région la plus intéressante d'Israël du point de vue des possibilités offertes au reboisement.

Elle peut être subdivisée en quatre parties:

1. La Haute Galilée.

Cette région est située entre la frontière libanaise et la Vallée traversée par la route qui va d'Acre à Safed. Elle forme un arc continu dont le point culminant est le Mont Meron (1.208 m d'altitude). Des chaînes secondaires de direction Est-Ouest descendent du Mont Meron vers la Méditerranée, encadrant des vallées étroites. Vers l'Ouest, la pente générale est assez faible tandis que les pentes du Massif qui descendent vers la Faille du Jourdain sont beaucoup plus fortes. L'altitude moyenne de la Haute Galilée est supérieure à 500 m.

2. La Basse Galilée.

Cette région est formée d'un assez grand nombre de petits massifs et collines isolés par des vallées agricoles. L'altitude maximale de ces massifs ne dépasse pas 300 m. Elle est limitée au Nord par la Haute Galilée et au Sud par la vallée d'Ezdraelon. Parmi les principaux massifs on peut citer les collines d'Alonim et de Ramat, les montagnes de Nazareth, le Mont Tabor. La pente occidentale est assez faible. La descente vers le Lac de Tibériade qui se trouve à -212 m au dessous du niveau de la mer s'accomplit par suite de terrasses délimitées par des versants en pente très raide.

3. Les Monts Ephraïm.

Seule la partie de ces montagnes encadrée entre la Plaine Côtière et la Vallée d'Ezdraelon, délimitée au Nord-Ouest par le Massif du Carmel et au Sud-Est par la frontière jordanienne, se trouve en territoire israélien. Cette partie se compose presque

iquement de collines de calcaires marneux tendres, à relief arron-
, dont l'altitude ne dépasse pas 400 m. Les terrains agricoles
sont rares et souvent gagnés sur la montagne.

4. Monts de Juda.

En territoire israélien se trouvent:

- Une partie des Monts de Juda proprement dits,
- Les contreforts des Monts de Juda,

Les Monts de Juda d'Israël font partie du versant Ouest de
montagnes. Leur altitude moyenne est supérieure à 500 m. Les
terres agricoles sont rares et les "terra rossa" prédominent.

Les contreforts ont une altitude moyenne variant entre 300 et
m. On y trouve beaucoup de terres alluviales brunes ou grises
on leur origine. La majorité des terres impropres à la culture
sont des terres grises qui se sont formées sur des calcaires marneux
dres de l'Eocène.

CLIMAT.

1. Précipitations.

Les facteurs qui influencent les précipitations sur la Chaîne
trale sont les suivants :

- a) La latitude: les précipitations diminuent au fur et à
mesure que l'on descend vers le Sud.
- b) L'altitude: les précipitations augmentent avec l'altitude
des montagnes.
- c) L'exposition: les versants Ouest exposés à la mer sont
beaucoup mieux arrosés que les versants Est.

La région la mieux arrosée de la Chaîne se trouve donc sur
versants Ouest de la Haute Galilée. En effet, la moyenne annuel-
des précipitations de cette région est de 700 mm. Cette moyenne
de plus de 1000 mm sur le Mont Meron. La saison des pluies est un
plus longue que partout ailleurs et se continue d'Octobre à Mai.
précipitations journalières maximum atteignent rarement 100 mm.
amplitude annuelle est relativement basse, l'année la plus arrosée
représentant que 220% de l'année la plus sèche. Il faut noter ici
neiges plus abondantes que partout ailleurs en Israël.

La Basse Galilée est moins bien arrosée que la Haute Galilée,
moyenne annuelle des pluies y étant de 550 mm. Par contre, l'am-
plitude annuelle y est beaucoup plus forte, le pourcentage de l'an-
la plus humide par rapport à l'année la plus sèche pouvant
atteindre 300%.

Les Monts de Juda, situés beaucoup plus au Sud, ont, malgré leur altitude, une pluviosité inférieure à celle de la Basse Galilée (environ 500 mm/an). Mais ici les précipitations annuelles sont beaucoup plus fortes encore, la pluviosité annuelle maximum pouvant atteindre plus de quatre fois celle d'une année exceptionnellement sèche.

Sur les Monts Ephraïm, les précipitations atteignent une moyenne de 640 mm/an à Dalia.

Les cinq dernières années consécutives de sécheresse n'ont pas eu de la même façon dans les différentes stations de la Chaîne Centrale. Dans le Nord, l'année de sécheresse exceptionnelle s'est traduite par une pluviosité égale à 70% de la pluviosité moyenne, tandis que dans la partie Sud des Monts de Juda cette sécheresse est traduite par une pluviosité égale à 50% de cette moyenne. Comme cette moyenne est inférieure de beaucoup à la moyenne des pluies des régions septentrionales, il est arrivé souvent que les quantités de pluie étaient incapables de pourvoir aux besoins minimums de la végétation forestière.

Températures.

Les principaux facteurs régissant les températures de la Chaîne Centrale sont l'altitude qui diminue les températures absolues, la distance à la mer qui accroît les amplitudes saisonnières: température plus élevée en été et plus basse en hiver.

Sur le Mont Knaan, en Haute Galilée, situé à plus de 900 m d'altitude, la température moyenne annuelle est de 16°, la température moyenne minimale en Janvier est de 4°, la température moyenne maximale en Août est de 29°. Les vagues de chaleur occasionnées par le hamsin peuvent faire monter ces températures jusqu'à 40°.

En Basse Galilée les températures minimales sont plus faibles tandis que les températures moyennes maximales en Août sont beaucoup plus fortes. Ainsi au pied du Mont Thabor la température moyenne minimale en Janvier est de 8° et la moyenne maximale en Août atteint 34°.

Sur les Monts Ephraïm, les températures moyennes minimales sont du même ordre qu'en Basse Galilée. Par contre, la température moyenne maximale en Août est beaucoup plus faible, n'atteignant que 30°,5 à Dalia. Ceci est dû à l'influence de la Méditerranée qui se trouve à 20 km.

A Jérusalem, la température moyenne annuelle est de 17°. Les amplitudes des maxima du mois le plus chaud et des minima du mois le plus froid sont du même ordre que celles de la Haute Galilée. Par contre, les températures maximales extrêmes sont beaucoup plus fortes et peuvent atteindre plus de 44°.

Vents.

Israël se trouvant en été à la limite d'un système de basses

essions centré sur l'Himalaya, les vents dominants sur toute la ligne et qui se font sentir surtout sur les sommets des montagnes, et des vents d'Ouest. Les vents estivaux les plus puissants d'Israël soufflent sur les sommets des montagnes de la Haute Galilée, tels le Mont Meron, le Mont Knaan et peuvent atteindre une vitesse de 70-80 km/heure et davantage. Ces vents sont beaucoup moins violents dans les montagnes de Jérusalem.

Ailleurs, dans la région montagneuse, les vents locaux se font également sentir. On a une brise ascendante pendant la journée et descendante pendant la nuit.

Une influence très forte sur la végétation en montagne doit être attribuée aux hamsin, vents froids et secs en hiver, chauds et secs en printemps et en automne. Ces vents exercent une influence néfaste sur la végétation, surtout pour les espèces à reprise difficile. Le premier résultat de ces vents est un très fort abaissement de l'humidité relative. En hiver, il en résulte le dessèchement des plants qui viennent d'être transplantés. Cette influence néfaste accroît au printemps car le vent sec est associé alors à de très hautes températures. Mais les plus forts déséquilibres dus aux hamsin sont créés en automne, lorsque toutes les réserves d'eau du sol ont été épuisées et très souvent des plantes qui ont survécu pendant toute l'année ne peuvent surmonter les assauts des vents combinés aux hautes températures et succombent.

1. Humidité relative.

L'humidité relative des régions montagneuses d'Israël est basse. En Haute Galilée, sur le Mont Knaan, l'humidité relative moyenne entre Mai et Août ne dépasse pas 47%, et la moyenne annuelle 58%. A Jérusalem ces chiffres sont respectivement de 54% et 62%. L'humidité est également assez faible en Basse Galilée (moyenne annuelle 59%). Par contre, sur les Monts Ephraïm, quoique la moyenne annuelle ne soit pas de beaucoup plus élevée (62%), les moyennes des mois d'été sont beaucoup plus fortes.

Cette humidité relative faible, jointe aux vents estivaux assez violents, font que l'évapotranspiration absolue des sols de montagne est très forte surtout durant le printemps et l'automne, époques des hamsin. Ce facteur joue surtout durant les premières années des plants à reprise difficile.

On peut espérer que la création d'un microclimat forestier va améliorer avec le temps la situation et que des espèces plus exotiques pourront être introduites sous l'abri des espèces colonisatrices.

2. Les précipitations occultes.

Dans la région des montagnes, le rôle des précipitations occultes sur le maintien de la végétation n'est pas encore élucidé. Les quelques rares observations confirmant cette influence ainsi que le fait que, durant les longs mois d'été, la plupart des sols de montagne

contiennent pratiquement aucune humidité, laissent supposer que cette influence est très importante. En montagne, il y a lieu de distinguer les précipitations occultes dues à la rosée et celles qui sont dues au brouillard.

En Haute Galilée, les quantités annuelles de rosée sont beaucoup plus faibles qu'en Basse Galilée ou sur les Monts Ephraïm; ceci est dû au mouvement des brises nocturnes locales qui descendent des pentes supérieures vers les plaines. Ainsi à Manara, à 900 m d'altitude, le nombre annuel moyen des nuits de rosée est de 106, de 163 au pied du Mont Thabor et de 140 à Dalia. Les versants Ouest du Mont de Juda sont un peu mieux pourvus, mais avec l'altitude, le nombre des nuits de rosée diminue. Il n'est plus de 113 à Jérusalem.

La condensation plus faible de rosée dans les hautes montagnes est en partie compensée par les condensations d'eau des brouillards. Ces brouillards apparaissent sur les sommets des hautes montagnes tant en hiver qu'en été, déposant sur la végétation de fines gouttelettes et réduisant la transpiration durant plusieurs heures.

Cette courte étude des conditions climatiques peut permettre dégager quelques conclusions qui se sont d'ailleurs pratiquement vérifiées: Les conditions les plus favorables, du point de vue du climat, se situant en Haute Galilée, les travaux de reboisement ont de bonnes chances de réussir dans cette région. Après la Haute Galilée, les Monts Ephraïm jouissent des meilleures conditions climatiques. Les travaux de reboisement en Basse Galilée, et surtout dans les parties Sud des Monts de Juda ont toujours été assez difficiles c'est là que les échecs ont été les plus nombreux.

GEOLOGIE.

Du point de vue géologique, la Chaîne Centrale de Montagnes est de formation récente. On ne trouve pas de formation antérieure au Crétacé Supérieur et la majorité des formations appartiennent au Tertiaire - Cénozoïque et à l'Eocène. Les principaux mouvements tectoniques ont eu lieu à la fin du tertiaire, les principaux plissements ont une direction générale Nord-Ouest - Sud Est.

Deux séries de failles de direction Nord Sud ont délimité la Chaîne Centrale de Montagnes; d'abord la Grande Faille Jourdain-Mer Morte, et ensuite deux séries de failles plus ou moins parallèles à la Méditerranée, le long de la Plaine Côtière. D'autres failles de direction Nord Ouest - Sud Est traversent la Chaîne Centrale au Nord, créant la vallée d'Ezdraël et séparant la Basse Galilée du Sud et des Monts Ephraïm. Dans le Sud, d'autres failles ont séparé les Monts de Juda des montagnes du Néguev.

Des éruptions volcaniques sous marines dans le Nord du pays ont eu lieu durant le Crétacé Supérieur, mais les principales éruptions qui ont recouvert d'importantes surfaces en Basse Galilée ont eu lieu au Pliocène et à la fin du Tertiaire.

La plus grande partie des montagnes du pays sont constituées de différentes roches dures appartenant au Cénomanién : Le Cénomanién forme donc l'épine dorsale du pays dans sa partie méditerranéenne.

Il est difficile de fixer la limite entre le Cénomanién et le Sénonien, et l'on passe graduellement d'une formation à l'autre. Les roches du Turonien sont un peu plus tendres que celles du Cénomanién. Le Turonien se présente surtout comme une bande rattachant le Cénomanién au Sénonien. Le Sénonien, qui n'occupe, dans la partie méditerranéenne d'Israël, que des surfaces très restreintes, se reconnaît facilement à sa couleur blanche et à ses roches très tendres. On le trouve en Galilée, dans les environs de Nazareth et de Safed.

Extérieurement, l'Eocène ressemble beaucoup au Turonien, et il est composé de roches mi-tendres. On le trouve surtout en Galilée occidentale, dans les Monts Ephraïm et dans les contreforts Sud Ouest des Monts de Juda.

PÉDOLOGIE.

La question de savoir si l'origine des sols de montagne d'Israël est climatique ou géologique est controversée. Si on superpose les cartes géologique et pédologique des régions montagneuses, on est frappé par la concordance entre les différentes formations et les terrains auxquelles elles ont donné naissance. Aux calcaires durs correspondent des "terra rossa" et aux calcaires tendres de l'Eocène des sols gris rendzinaformes.

D'après REINFENBERG, les "terra rossa" et les terres basaltiques ont une origine climatique. Comme preuve à l'appui il donne les analyses chimiques suivantes des roches mères calcaires et basaltiques et des sols qui se sont constituées. Les échantillons proviennent des environs de Roch Pina en Haute Galilée.

	Principaux éléments en %					
	Si O ²	Al ² O ³	Fe ² O ³	Ca O	Mg O	C O ²
Roche calcaire	0,19	0,07	0,24	57,35	0,40	40,98
Roche basaltique	43,35	11,91	6,43	10,37	8,86	0,60
"Terra rossa"	49,93	16,67	10,35	4,00	1,13	0,57
Roche basaltique	49,16	13,40	11,34	2,07	1,17	2,66

L'origine de ces sols doit donc être mixte, la roche mère et le climat jouant un rôle également important.

Voici maintenant une courte revue des principaux sols de montagne d'Israël -

.. Les "terra rossa".

Les "terra rossa" occupent les plus importantes surfaces des montagnes de montagne en Israël. Elles appartiennent au type des "terra rossa" se formant sous climat méditerranéen et ayant pour origine des roches calcaires dures. Les roches qui leur donnent naissance appartiennent principalement au Cénomanien et au Turonien, et à un moindre degré au Santonien et à l'Eocène. Au cours de la transformation des roches calcaires en "terra rossa" il y a appauvrissement du sol en carbonate de chaux et enrichissement du sol, principalement en sesquioxides, oxydes ferreux et oxydes d'alumine (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_3O_4). La couleur rouge du sol est due à l'oxyde de fer.

En ce qui concerne la composition physique de la "terra rossa", l'échantillon suivant prélevé par l'auteur aux environs de Karem, au Sud de Jérusalem, sur Cénomanien (calcaire dur) a été analysé et les résultats suivants:

Profondeur en cm	en %					
	sable grossier	sable fin	limon	argile	Ca CO_3	pH
- 30	0,8	27,9	24,2	41,8	5,3	8,2

Les principales caractéristiques des "terra rossa" d'Israël sont les suivantes:

- Elles sont pauvres en calcaire (entre 5 et 20%). Le calcaire améliore les conditions physiques, surtout en ce qui concerne la structure.
- Elles sont généralement peu profondes (entre 10 et 30 cm), sauf dans les fonds de vallée où elles s'accumulent par suite de l'érosion, mais alors elles perdent leurs caractéristiques. Elles s'accumulent aussi là où les roches sont fissurées, dans les interstices.
- Elles sont généralement très pauvres en matières organiques (moins de 2%), mais si la végétation s'y installe, le pourcentage croît dans les horizons supérieurs.
- Le fort pourcentage d'argile est responsable des mauvaises caractéristiques physiques. L'augmentation ou la diminution du Ca améliore ou détériore ses propriétés.
- Le pH est généralement de 7 mais il peut augmenter

jusqu'à 8, ou bien descendre jusqu'à 6 par suite de l'absence de calcaire.

2. Terres calcaires

Originaires de calcaires marneux tendres elles comprennent des:

a) Terres calcaires grises et grises blanches, argileuses et argilo limoneuses.

b) Terres calcaires rendziniiformes allant du gris sombre au noir, compte tenu de la proportion de matière organique qui s'y accumule.

Ces sols se forment sur les calcaires tendres du Sénonien et l'Eocène. Il est difficile de distinguer les différents horizons celui de la roche mère.

Il va de soi que beaucoup des terres grises et grises blanches transforment en terres rendziniiformes quand la végétation s'y étale.

Voici les résultats de l'analyse d'un échantillon prélevé par l'auteur aux environs de Kfar Daniel, à l'est de Lydda, sur un sol superficiel qui s'est formé sur du calcaire tendre marneux du Sénonien (en %).

en %

Profondeur en cm	sable grosier (0,2 - 2) mm	sable fin (0,02-0,2) mm	limon (0,002-0,02) mm	argile (0,002)	CaCO ³	H
- 30	1,4	23,3	11,5	24,3	39,5	8,0
- 70	3,5	11,2	5,5	20,8	59,0	8,3

Le caractère superficiel des terres grises et blanches est général, l'horizon A se trouvant directement sur C et très souvent, à cause de l'érosion qui est beaucoup plus forte ici que sur les "terra rossa", l'horizon A disparaît complètement. Ces terres retiennent bien l'humidité. Mais si la pluie continue, elles se gonflent, deviennent imperméables pour se dessécher ensuite rapidement.

Toutes ces terres contiennent un fort pourcentage de calcaire surtout de calcaire actif. Le pourcentage de calcaire actif est de 12% en moyenne mais il peut atteindre plus de 25%. Sous l'effet du calcaire actif, la matière organique s'humifie rapidement et le sol se transforme en rendzine. La texture et les conditions physiques de ces sols sont bonnes si le pourcentage d'argile n'est pas trop élevé. Ces terres auraient pu être aussi fertiles que les terres

gileuses mais, à cause de l'excès de Ca O et de sa forme colloïdale (pH le plus souvent supérieur à 8), la force de retention des éléments fertilisants est très faible.

En ce qui concerne les terres rendziniformes, nous avons vu que leur principale caractéristique est l'enrichissement en matières organiques. Elles se trouvent surtout dans les régions humides et subhumides du pays, et dans ces conditions la végétation est généralement très luxueuse.

Les rendzines sont en général très superficielles et sur 30 cm on peut voir se succéder les trois horizons. L'horizon A est riche en matière organique, pauvre en Ca (4 - 10%), de couleur noire ou brun foncé.

Terres basaltiques

La caractéristique principale de ces terres, qui occupent en Israël une surface assez importante, est leur ressemblance avec la roche mère. D'autre part, si on compare les terres basaltiques avec les "terra rossa", on est frappé par la similitude de composition des deux sols. Ces terres sont beaucoup plus profondes que les "terra rossa". Leur texture est argileuse. Elles ont un fort pouvoir de retention pour l'eau. Du point de vue chimique, ces sols sont pauvres en Ca et en éléments fertilisants. Leur fertilité est donc généralement très faible.

VEGETATION NATURELLE

Facteurs à considérer dans l'étude de la végétation naturelle.

En Israël il faut considérer les facteurs suivants:

- a) Dans tout le pays, et plus particulièrement dans la région méditerranéenne la plus propice au reboisement, l'influence de l'homme, qui se traduit par le pâturage, l'abatage et le feu, a été telle que le climax de presque toutes les stations a été détruit. Nous nous trouvons donc en présence d'associations analogues aux associations secondaires des autres pays méditerranéens.
- b) Là où l'association principale comprenait des conifères, la destruction de l'association s'est faite beaucoup plus rapidement car les conifères locaux n'ont pas la faculté de rejeter. Ainsi, dans la Galilée Septentrionale, région où, sur beaucoup de points, les conifères se trouvent dans leur milieu, on ne trouve, de la Méditerranée au Mont Meron, que deux stations de pins d'Alep, l'une à Rosh Hanikra, l'autre sur le Mont Meron. Ces dernières années une petite station de Juniperus phoenicea, la seule en Israël, a été découverte sur le même mont.

Il y a lieu de supposer que dans la Galilée Septentrionale il y a d'autres forêts de conifères, d'essences plus exigeantes que le

calliprinos, existaient. Le Pinus brutia se trouve à Chypre, au sud, dans le Djebel Druze en Transjordanie, souvent dans des conditions beaucoup plus défavorables que sur le Mont Meron. Et ces conditions entourant le Mont Meron de toute parts il y a tout lieu de penser que le Pinus brutia était une essence locale dans l'antiquité et que le pin d'Alep s'étendait sur d'importantes surfaces, même sur les "terra rossa". Ceci est d'autant plus important à souligner que certains phytosociologues veulent voir dans les associations du Q. calliprinos le climax de ces régions. L'auteur a comparé les composantes de l'association d'une des rares stations de P. halepensis sur "terra rossa" se trouvant à Shoufnin, à plus de 1000 m d'altitude, sur le Mont Meron, avec les composantes de l'association du P. halepensis du faciès continental de l'Atlas tellien, portée par BOUDY. Voici le résultat de la comparaison des espèces similaires:

espèce	Mont Meron	Faciès continental de l'Atlas tellien
<u>Pinus sp.</u>	<u>Pinus halepensis</u>	<u>Pinus halepensis</u>
<u>Juniperus sp.</u>	<u>Juniperus oxycedrus</u>	<u>Juniperus oxycedrus</u>
<u>Arbutus sp.</u>	<u>Arbutus andrachne</u>	<u>Arbutus unedo</u>
<u>Pistacia sp.</u>	<u>Pistacia lentiscus</u>	<u>Pistacia lentiscus</u>
<u>Pistacia sp.</u>	<u>Pistacia palaestina</u>	<u>Pistacia terebinthus</u>
<u>Cistus sp.</u>	<u>Cistus villosus</u>	<u>Cistus villosus</u>
<u>Cistus sp.</u>	<u>Cistus salvifolius</u>	<u>Cistus salvifolius</u>
<u>Quercus sp.</u>	<u>Quercus calliprinos</u>	<u>Quercus coccifera</u>
<u>Smilax sp.</u>	<u>Smilax aspera</u>	<u>Smilax mauritanica</u>

La similitude est frappante; et si l'association originale est conservée sur l'Atlas tellien et a presque complètement disparu sur le Mont Meron, cela tient évidemment à des facteurs humains.

. Association sur "terra rossa".

L'association du Quercus calliprinos - Pistacia palaestina est l'association la plus importante des montagnes méditerranéennes. Elle se trouve surtout sur les "terra rossa" et occupe, quant à la superficie, la première place dans le pays.

Cette association dénommée maquis se présente, à l'apogée de son développement, sous forme d'une basse forêt dense ayant au plus 5 m de hauteur, composée d'arbustes et buissons à feuilles persistantes ou caduques. Lorsque la végétation n'est pas interrompue par le pâturage, soit par les coupes, la couverture du sol peut être complète, les arbustes et arbrisseaux entrêmelant leurs branches et formant alors un fouillis dans lequel on a de sérieuses difficultés à se frayer un passage.

Les espèces suivantes d'un tel maquis, ont été notées sur le Mont Meron, à environ 1.000 m d'altitude:

<u>Q. calliprinos</u>	<u>Rhamnus palaestina</u>
<u>Q. infectoria</u>	<u>Calycotome villosa</u>
<u>Pistacia palaestina</u>	<u>Salvia triloba</u>
<u>Cercis Siliquastrum</u>	<u>Genista sphacellata</u>
<u>Arbutus Andrachne</u>	<u>Spartium junceum</u>
<u>Styrax officinalis</u>	<u>Cistus salvifolius</u>
<u>Pyrus syriaca</u>	<u>Cistus villosus</u>
<u>Prunus ursina</u>	<u>Poterium spinosum</u>
<u>Pistacia lentiscus</u>	

A quelques 150 kilomètres plus au Sud, à 850 m d'altitude, dans les environs de Jérusalem et Ain Karem, les espèces suivantes ont été notées:

<u>Q. calliprinos</u>	<u>Lonicera etrusca</u>
<u>Styrax officinalis</u>	<u>Smilax aspera</u>
<u>Pistacia palaestina</u>	<u>Cistus salvifolius</u>
<u>Crataegus Azarolus</u>	<u>Cistus villosus</u>
<u>Rhamnus palaestina</u>	<u>Poterium spinosum</u>
<u>Calycotome villosa</u>	
<u>Pinus halepensis</u> (probablement introduit)	

Les principaux éléments du maquis que l'on retrouve invariablement, à tour de rôle, dans toutes les associations à base du Q. calliprinos sont d'après BIG:

<u>Quercus infectoria</u>	<u>Genista sphacellata</u>
<u>Quercus calliprinos</u>	<u>Rhus Coriaria</u>
<u>Laurus nobilis</u>	<u>Pistacia palaestina</u>
<u>Crataegus azarolus</u>	<u>Pistacia Lentiscus</u>
<u>Pyrus syriaca</u>	<u>Acer syriaca</u>
<u>Prunus ursina</u>	<u>Rhamnus alaternus</u>
<u>Cercis Siliquastrum</u>	<u>Rhamnus palaestina</u>
<u>Ceratonia siliqua</u>	<u>Myrtus communis</u>
<u>Calycotome villosa</u>	<u>Styrax officinalis</u>
<u>Spartium junceum</u>	<u>Phyllirea media</u>

On a vu par quelques exemples les principaux éléments qui forment l'association du Quercus calliprinos - Pistacia palaestina dans son plein développement.

Mais souvent on se trouve en face de formations de garigue qui sont des maquis dégradés, n'atteignant que 1 à 2 m de hauteur. Dans une de ces formations les cistes (Cistus villosus et Cistus salvifolius) ainsi que le Poterium spinosum dominant, avec comme complément des individus isolés et rabougris de Q. calliprinos, Lentiscus, P. palaestina et autres espèces.

La dégradation peut se poursuivre encore et on n'a plus sur le terrain qu'un tapis buissonnant de 30 à 40 cm de hauteur, auquel BIG a donné le nom de Batha. Le Poterietum spinosi mediterraneum défini par BIG en 1933 est, dans ce domaine, l'association la plus importante des montagnes méditerranéennes. On y trouve souvent associé quelques exemplaires de r. lentiscus, Rhamnus palaestina, Salvia triloba, etc.

Après le Batha on n'a plus que le sol complètement nu. Alors, très souvent, l'érosion finit par enlever les derniers vestiges de terre végétale et on a des roches nues, qui couvrent d'assez larges surfaces en montagne.

3. Association sur terres grises et rendzines.

Deux associations principales sont à mentionner sur ces sols : celle du Quercus ithaburensis qu'on peut trouver sur les collines du Pliocène de la Galilée Occidentale, et celle du Pinus halepensis qu'on peut trouver sur le Carmel.

Voici les principales espèces arbustives de l'association du Quercus ithaburensis que ZOHARI a trouvé sur un sol des environs

Alonim:

Quercus ithaburensis

Quercus calliprinos

Crataegus Azarolus

Phyllirea media

Pistacia palaestina

Styrax officinalis

Calycotome villosa

Rhamnus palaestina

Quant à l'association du Pinus halepensis, qui n'existe d'ailleurs que sur un nombre très restreint de stations naturelles, voici les principales espèces relevées par l'auteur sur un sol gris de l'Eocène à l'Est de Rosh Hanikra:

Pinus halepensis

Pistacia Lentiscus

Pistacia palaestina

Quercus calliprinos

Cistus salvifolius

Cistus villosus

Spartium junceum

Smilax aspera

1. Association sur les sols basaltiques.

On ne trouve pas d'association de maquis sur les terres basaltiques de la région méditerranéenne d'Israël. La seule association d'importance est celle du Batha à base de Poterium spinosum dont la monotonie est brisée de temps à autre par un ou quelques exemplaires de Zyzyphus spina-Christi.

PRINCIPAUX FACTEURS INFLUENCANT LE REBOISEMENT DE LA CHAÎNE CENTRALE DE MONTAGNES.

1. Faible concentration urbaine.

La région montagneuse possède peu de centres urbains. Le centre le plus important est celui de Jérusalem dont la population approche de 200.000 habitants. Parmi les autres centres on peut citer Nazareth et Safed.

Cette faible concentration urbaine et l'existence de vastes surfaces impropres à la culture, à proximité de ces centres, favorise la possibilité de créer de vastes zones vertes et des parcs, soit à l'intérieur soit autour de ces centres. Par rapport à la région de Tel-Aviv, Jérusalem est beaucoup mieux pourvue d'espaces verts. Le reboisement de la montagne accroissant ainsi son attrait touristique, permet le développement d'hôtels et de pensions, ce qui augmente le taux de la population de ces régions et, en même temps, procure de nouvelles ressources.

2. Développement agricole.

Ce problème a été étudié dans le cadre de la vocation des terres. L'agriculture vivrière est peu développée dans les régions montagneuses; on y trouve par contre, 20.000 ha de plantations fruitières non irriguées comprenant surtout des oliveraies et des vignes, et 1.100 ha de plantations fruitières irriguées. Dans toutes les régions montagneuses, le niveau de la récolte est fonction des quantités d'eau emmagasinées dans le sol. Aussi la création de barrages, en vue de réduire l'évapotranspiration potentielle relativement forte de ces régions, est elle d'une nécessité absolue. L'arbre qui convient le mieux à ce but est le Cupressus sempervirens var. horizontalis.

3. Le bilan hydrologique.

L'influence du développement de la forêt naturelle à base de calliprinos sur les "terra rossa" du Turonien-Cénomaniens, sur le bilan hydrologique a déjà été étudiée. Cette forêt conquiert chaque année de nouvelles surfaces et renforce son emprise sur les surfaces déjà conquises, ce qui pose de sérieux problèmes aux hydrologues du pays.

Afin d'accroître la production de l'eau on a préconisé la destruction forestière du maquis existant soit par écobuage, soit par l'utilisation de débroussaillants chimiques. La chose est possible, mais il est douteux que, du point de vue économique, les actions préconisées soient rentables, et il est difficile d'imaginer qu'il soit possible d'obtenir des pouvoirs publics les fonds nécessaires pour alimenter une telle campagne.

On préconise aussi le retour à la situation des années quarante, lorsque la majorité des ces terres servait comme terrains de parcours. Cette solution s'est révélée impraticable; comme ces terrains

parcours ne permettent pas d'obtenir un revenu suffisant, il n'y a pas d'amateur pour reprendre le métier de pâtre de troupeaux de chèvres.

La seule solution pouvant être actuellement envisagée pour améliorer le rendement en eaux souterraines de ces terrains est leur déboisement, qui, par élimination de la végétation naturelle, réduira considérablement les pertes en eau jusqu'à ce que les résidents deviennent adultes.

Dans les parties supérieures des bassins versants des cours d'eau occupés par les terrains de l'Bocène, il sera nécessaire d'effectuer des plantations protectrices en vue de régulariser et d'assainir les eaux de ruissellement superficielles. Afin d'être efficace, ces travaux devront s'intégrer dans l'aménagement de tout bassin versant, y compris l'aménagement des terres alluviales de la Plaine Côtière faisant partie du bassin.

La production de bois.

Comparativement à la Plaine Côtière, la production de bois des terrains de montagne est faible, et atteint à peine 2 - 2,5 m³/ha/an pour le pin d'Alep. Ce faible rendement peut être compensé par les vastes importantes surfaces à reboiser, actuellement occupées par le maquis, la garigue ou le batha.

Il y a actuellement près de 290.000 ha de sols, dans la Chaîne Centrale de Montagnes de la partie méditerranéenne d'Israël convertis à l'afforestation, et au pâturage. Sur la base d'un rendement moyen de 2,5 m³/ha/an, il aurait été possible de récolter sur cette surface, une quantité de bois égale à toutes les importations de l'année 1962. Ce problème mérite donc d'être sérieusement étudié.

LE REBOISEMENT DE LA CHAÎNE CENTRALE DE MONTAGNES.

Travaux de reboisement effectués.

Aucune statistique détaillée des régions reboisées d'Israël n'a été publiée à ce jour. Jusqu'en 1948, la surface reboisée d'Israël était de 5.300 ha dont 3.000 ha de conifères plantés en montagne. D'après WEITZ, la surface reboisée des montagnes atteignait 11.200 en 1958. En 1961/62, la surface reboisée totale s'est élevée de 10.000 ha dont 60% de conifères (qui ne sont plantés qu'en montagne). La surface totale des plantations de montagne en 1961/62 atteignait environ 17.000 ha, qui se répartiraient comme suit:

3.000 ha de plus de 15 ans

8.000 ha entre 5 et 15 ans

6.000 ha de moins de 5 ans

A part un nombre assez limité d'Eucalyptus gomphocephala, de gommiers et d'autres essences diverses, tous les reboisements en

agne se font en conifères.

Voici, d'après WEITZ, le pourcentage des différentes conifères
tées jusqu'en 1958 par le Département des Forêts du F.J.N.:

<u>Pinus halepensis</u>	66%
<u>Pinus brutia</u>	31%
<u>Pinus pinea</u>	2%
<u>Pinus canariensis</u>	1%

La Haute Galilée.

Cette région est, du point de vue écologique, une des deux ré-
s d'Israël où les chances de réussite des travaux de reboise-
sont les meilleures. Les surfaces à reboiser y sont aussi
ativement importantes, ainsi que le montre le tableau suivant,
sur le relevé de 1955 du Service de la Conservation des Sols:

Agriculture	Urbanisme	Oueds et rivières	Pâturages et forêts	Total en ha
2,500	1.100	-	60.500	74.100

Les travaux de reboisement avec des conifères, effectués sur-
après 1950, ont remarquablement bien réussi. La réussite est
leure sur sols calcaires marneux tendres que sur "terra rossa".
les "terra rossa", il y a une très forte concurrence entre la
étation naturelle à base de Q. calliprinos et les jeunes plants
pin d'Alep et de pin brutia. L'extirpation de la végétation con-
rente élève évidemment le prix de revient des reboisements, mais
ce plantation de résineux améliore le débit des eaux souterraines et
production de bois, et offre la possibilité d'introduire plus
des essences plus intéressantes mais en même temps plus exi-
tes.

La Basse Galilée.

Les précipitations beaucoup plus faibles, l'altitude plus bas-
la dégradation plus forte des sols, due à la plus forte densi-
le la population et au pâturage plus intensif, font que la Basse
ilée est une région moins favorable au reboisement que la Haute
ilée. Par contre, les plus grandes réserves de sols aptes au
oisement sont situées ici, ainsi que le montre le tableau suivant,

é sur le relevé du Service de la Conservation des Sols:

Agriculture	Urbanisme	Lacs	Pâturages et forêts	Total en ha
55.400	5.000	16.800	85.800	162.000

Les sols de la Basse Galilée ne sont pas uniformes; en trouve Est des sols calcaires marneux gris et rendziniformes, la partie centrale comprend surtout des "terra rossa ", tandis que la région montagneuse qui surplombe le Lac de Tibériade est recouverte de terres basaltiques. Des vallées alluviales relativement larges, telles la Vallée de Beit Netufa, de Yavniel, entrecoupent les régions montagneuses. Les conditions climatiques sont meilleures à l'Ouest de la région, qui a des précipitations moyennes annuelles de 600 mm.

Toutes ces données expliquent que les conditions pour l'afforestation sont très variables. Les meilleures conditions se trouvent dans les terrains de l'Eocène de l'Ouest, sur les versants Nord plutôt que sur les versants Sud, sur les terres plus éloignées des centres d'habitation. Par suite du pâturage plus intensif le développement du maquis et de la garigue est beaucoup plus faible dans cette région.

Les plantations de pin d'Alep entreprises dans les années trente en divers endroits, telle la forêt de Guinegar, ont remarquablement bien réussi.

Il faut noter encore la réussite des Acacia cyanophylla sur les terres basaltiques à l'est de la Basse Galilée qui ont permis la protection de la ville de Tibériade contre les inondations.

Le pin d'Alep, le pin brutia, l'Acacia cyanophylla et Eucalyptus gomphocephala pourront servir de base aux reboisements dans cette région. La création de brise vent plus nombreux s'impose, en vue de protéger les plantations fruitières. Par suite du fort groupement des terrains à reboiser par des terres agricoles, le problème des incendies est ici beaucoup moins important qu'ailleurs.

. Les Monts Ephraïm

Quoique la région ne soit pas très étendue, son intérêt forestier est très important. Les raisons en sont les suivantes:

- La surface importante des terres à reboiser existantes ainsi que le montre le tableau suivant, basé sur le relevé des sols de 1955 du Service de la Conservation des Sols:

Agriculture	Urbanisme	Oueds et rivières	Pâturages et forêts	Total en ha
23.300	600	-	23.300	32.200

Sur les 32.000 ha de la région, 23.000 soit 72% ne conviennent pas à l'agriculture.

- Les conditions écologiques très favorables au reboisement avec essences résineuses colonisatrices: pluviosité annuelle moyenne de plus de 600 mm, sols calcaires à fort pouvoir de rétention des eaux.
- La réussite des travaux de reboisement entrepris sur une assez large échelle: C'est sur les Monts Ephraïm que se trouve la plus importante forêt d'un seul tenant d'Israël, dont la surface est supérieure à 2.500 ha. Les essences utilisées ont été: pin d'Alep, pin brutia Cypres horizontal, E. gomphocephalla. Elles ont donnée d'excellents résultats.

Des travaux en vue de l'exploitation des eaux de ruissellement et bassins secondaires de la rivière Taninim doivent débuter incessamment. Des reboisements en pins d'Alep, coupés de bandes d'E. gomphocephalla réussiront à régulariser les eaux en période de crue et les purifier en vue de leur épandage ultérieur sur les dunes avant de la région de Césarée.

Les Monts de Juda.

Les Monts de Juda comprennent la partie de la Chaîne de Montagnes se trouvant en territoire d'Israël, à l'ouest de Jérusalem, et les contreforts de ces montagnes.

Voici, d'après le Service de la Conservation des Sols, les surfaces des différentes catégories des sols de la région:

Agriculture	Urbanisme	Oueds	Pâturages et forêts	Total en ha
2.100	4.000	300	50.700	107.100

Sur les 107.000 ha de la région, 51.000, soit près de 50% ne

viennent qu'à la forêt ou au pâturage.

En ce qui concerne le problème du reboisement, il faut distinguer le reboisement des montagnes proprement dites et le reboisement des contreforts:

- Reboisement des Montagnes -

Les premiers travaux de reboisement des "terra rossa" des montagnes, sur les flancs de la route menant à Jérusalem et aux alentours de Jérusalem, ont été effectués il y a une cinquantaine d'années. On y a utilisé surtout le pin d'Alep, mais on y avait expérimenté diverses autres essences telles que le pin des Canaries, le cyprès de l'Arizona, le Cupressus macrocarpa, les Casuarinas, les cyprès horizontaux et pyramidaux. De toutes ces essences, seul le pin d'Alep a montré un développement relativement satisfaisant. Le volume des fûts des cyprès atteignent à peine le quart du volume de ceux des pins d'Alep se trouvant à proximité.

Entre temps, d'autres reboisements en pins d'Alep et pins brutia ont été faits dans les environs immédiats et sur les contreforts contigus à ces massifs; ils ont donné d'excellents résultats. Il est à signaler que les plantations d'E. gomphocephala qui entrecoupaient les plantations de pins ont aussi extrêmement bien réussi. A signaler aussi la reprise facile et le très fort développement durant les premières années de l'A. cyanophylla. Il prospère aussi bien sur les remblais des "terra rossa" et de pierre des routes en flanc de montagne que sur les "terra rossa" superficielles de montagne.

D'après ces réussites, on peut considérer que le reboisement des montagnes de cette région ne posera aucun problème.

- Reboisement des contreforts -

Ces contreforts, situés principalement sur des calcaires éocènes au Sud-Ouest de Jérusalem, dominent les parties supérieures des bassins de réception des oueds de la partie Sud de la Plaine Côtière. Leur reboisement s'impose en vue de la régularisation, de l'exploitation et la purification des eaux superficielles de ces bassins. Il s'avère en outre que l'exploitation des eaux souterraines de cette région est très onéreuse. Dans ces conditions le problème de l'influence de la forêt sur le régime des eaux ne se pose pas.

Des travaux de reboisement d'assez grande envergure ont été entrepris ces dernières années dans la région d'Adoulam. La pluviosité annuelle moyenne est assez faible. La réussite des plantations de pins d'Alep et d'A. cyanophylla dans les sols gris de l'éocène a été bonne.

LE PROBLEME DES INCENDIES.

En Israël, pays sec, les probabilités d'allumage et de propagation des incendies sont très élevées. Le problème de la lutte préventive et active contre ce fléau est primordial si on ne veut voir un jour s'évanouir en fumée le résultat d'efforts persévérants de plusieurs dizaines d'années. Le problème ne se pose pas actuellement de façon très urgente, parce que les surfaces boisées sont encore relativement réduites, les forêts dispersées et les sîfs de plus de 100 ha très rares. Mais la situation sera différente d'ici quelques dizaines d'années, et c'est dès à présent les mesures nécessaires pour prévoir le danger d'incendie doivent être prises. La tâche est d'ailleurs facilitée par le fait que les reboisements peuvent être établis d'après un plan qui tient compte de ce fléau.

. Facteurs accroissant le danger d'incendie.

Les facteurs favorables à la propagation et à l'extention des incendies sont les suivants:

- a) La sécheresse estivale- D'Avril à Novembre, il est rare de voir tomber une goutte de pluie. Pendant certaines années de sécheresse, la période sans pluie peut même dépasser dix mois. Les vents secs et chauds du printemps et de l'automne accroissent considérablement le danger.
- b) La constitution des sols - La plupart des sols sont de couleur claire, calcaires ou sur roche calcaire, donc s'échauffant rapidement.
- c) La constitution des forêts - Les forêts actuelles sont constituées soit par des maquis bas et serrés comprenant surtout l'association du Quercus calliprinos et présentant par leur densité un élément idéal pour le feu; soit par des plantations résineuses hautement inflammables constituées surtout par de pin d'Alep, dont le tapis d'aiguilles augmente le danger de propagation.
- d) L'accroissement des surfaces du maquis et de la garigue depuis que le pâturage des chèvres a été réduit.
- e) La haute densité de la population- Les rares forêts sont fréquemment visitées, ce qui accroît les possibilités d'allumage.
- f) La fréquence des manoeuvres militaires - Plusieurs incendies allumés depuis la création de l'Etat sont dus au stationnement et au mouvement des troupes sur les territoires des forêts.

. Méthodes de lutte utilisées.

La méthode généralement employée consiste à ouvrir de place en

de des bandes de 12 m de large, perpendiculaires à la direction des vents dominants. Ces bandes descendent quelquefois la ligne de plus grande pente, ce qui rend leur accès très difficile. Sur ces bandes, toute végétation doit être théoriquement détruite. Cette méthode de lutte ne peut être efficace pour les raisons suivantes :

- a) Leur largeur, dans la région méditerranéenne, est insuffisante surtout si elles ont pour but de défendre les reboisements de résineux. A l'âge de vingt-trente ans, les cimes des arbres se toucheront presque et l'idée de pouvoir arrêter le feu sur la bande est illusoire.
- b) Les frais d'entretien de ces bandes sont extrêmement élevés, et le plus souvent le nettoyage de la végétation n'est pas réalisé en temps voulu. Au fur et à mesure que de nouvelles plantations viennent s'ajouter aux anciennes, l'entretien de ces bandes pare feu devient si prohibitif qu'il est nécessairement négligé.

Pour des raisons économiques du même ordre on ne peut retenir l'évolution de bandes dénudées plus larges.

Mesures d'aménagement préconisées en vue de la lutte contre l'incendie.

- a) L'aménagiste forestier en Israël travaille sur un terrain presque nu. On peut, par un choix judicieux des terrains forestiers, créer un damier où le danger d'incendie sera réduit au minimum. Il serait faux, dans les conditions locales, de vouloir créer de très grands massifs d'un seul tenant. Il faut maintenir, sur les quelques terrains fertiles de montagnes, les vergers d'oliviers et d'arbres fruitiers pouvant servir de tranchées pare feu.
- b) Aménagement des routes - Un réseau assez important de routes de montagne se crée actuellement. Il serait bon que l'aménagiste forestier ait son mot à dire sur les lieux de passage des routes, et qu'il réussisse à les faire passer là où elles peuvent servir dans la lutte contre les incendies.
- c) Création de bandes de feuillus - En montagne, la base des reboisements sera de résineux. Des bandes relativement larges d'essences feuillues, résistantes à l'incendie, principalement des eucalyptus, devront être établies à des distances adéquates. Ces bandes auront une direction perpendiculaire à celle des vents dominants. Ces plantations de feuillus pourront se faire le long des étroites vallées de montagne et dans les lits des torrents. Ces vallées, plus accessibles que les flancs ou les pentes montagneuses, pourront servir également comme point de départ de la lutte en cas de sinistre.

Chapitre IX

LES VALLÉES INTÉRIEURES

SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les Vallées Intérieures septentrionales d'Israël comprennent les Vallées de Houle et du Jourdain, et la Vallée d'Ezdraelon qui est étendue le long de la faille qui sépare la Basse Galilée du Massif du Carmel et des Monts Ephraïm. Ces vallées ne sont pas à proprement parler des régions forestières, mais leur intérêt, du point de vue du boisement, est assez important tant en ce qui concerne les mesures de protection que les possibilités de boisement productifs. Ces vallées comprennent :

La Vallée de Houle.

Située sur le cours supérieur de la vallée septentrionale du Jourdain, elle forme un cirque entouré de hautes montagnes de plus de 1000 m d'altitude à l'Ouest, au Nord et à l'Est. Elle a une orientation Nord-Sud. L'altitude de la plaine varie de 180 m au Nord à 100 m au Sud. Elle est traversée par les trois affluents du Jourdain qui se rejoignent pour former le cours supérieur du fleuve. C'est la région du pays la plus riche en eaux.

La Vallée du Jourdain.

Située au sud du Lac de Tibériade et descendant du nord vers le sud, elle comprend la Vallée du Jourdain proprement dite et la Vallée de Beit Shean. En partant de la Vallée de Beit Shean (qui est le prolongement oriental de la Vallée d'Ezdraelon), vers le Jourdain, on trouve en présence de trois terrasses topographiques :

La première terrasse, située aux alentours de la ville de Beit Shean, se trouve à 100 m au dessous du niveau de la mer. La deuxième terrasse, du nom de Chor, plus à l'est, d'une altitude inférieure de 80 à 100 m, a, sur le flanc occidental du Jourdain, une largeur de 5 à 10 km. La troisième terrasse dans laquelle coule le Jourdain, est située à plus de 200 m au dessous du niveau de la mer. Elle est quelquefois inondée lors des crues hivernales. La largeur de son flanc occidental varie entre 1.000 et 1.500 m.

La Vallée d'Ezdraelon.

Cette vallée, de direction Ouest-Est, encadrée entre les montagnes de la Basse Galilée au Nord et le Massif du Carmel et les Monts Ephraïm au Sud, a une forme triangulaire. Elle s'élève à 100 m dans sa partie occidentale pour descendre ensuite en pente très douce à moins de 80 m au dessous du niveau de la mer dans sa partie orientale.

IMAT.

Le climat des Vallées Intérieures est conditionné par la présence de la Grande Faille du Jourdain. Les conditions climatiques deviennent plus extrêmes au fur et à mesure que l'on va de l'ouest à la Vallée du Jourdain, ou que l'on descend le cours supérieur du fleuve vers la Mer Morte.

Précipitations.

Les précipitations des Vallées sont, de beaucoup, inférieures à celles des montagnes environnantes. Les montagnes occidentales qui bordent la Vallée de Houle reçoivent plus de 800 mm de précipitations annuelles moyennes tandis que la Vallée de Houle n'en reçoit que 500 mm. A Tibériade, à 40 km plus au Sud, située à 212 m au-dessous du niveau de la mer, les précipitations ne sont plus que 400 mm, et à Degania, un peu plus au Sud encore, 400 mm.

Il en est de même en ce qui concerne la Vallée d'Ezdraelon: Ramat David, située à 25 km à l'ouest de la Méditerranée, reçoit 470 mm de précipitations annuelles moyennes. En se dirigeant vers la Grande Faille du Jourdain, ces précipitations diminuent: elles sont de 470 mm à Merhavia, 400 mm à Ain Harod et 320 mm à Beit Shean, située à la limite occidentale de la Vallée du Jourdain. La diminution de 200 mm de précipitations annuelles se fait sur une distance de moins de 35 km en ligne droite.

Températures.

Les températures des Vallées Intérieures sont parmi les plus élevées du pays, tant en ce qui concerne les moyennes que les extrêmes. La température moyenne annuelle d'Afula, située au centre de la Vallée d'Ezdraelon est de 20°,5 et est supérieure de 1° à celle de Haïfa sur la Plaine Côtière. La température annuelle moyenne de Tibériade est de 22°,9, celle de Beit Shean de 21°,7. Les amplitudes journalières et journalières sont très fortes. Les températures minimales et maximales absolues enregistrées sont de -5°,2 et 43°,1 à Dafna dans la Vallée de Houle; -3°,3 et 49°,0 pour Tibériade dans la Vallée du Jourdain; -11,5 et 42°,7 pour Ramat David dans la Vallée d'Ezdraelon. Les températures moyennes annuelles en Août sont de 15° à Dafna, 16° à Beit Shean, 17° à Tibériade. Quant aux amplitudes journalières moyennes, elles sont, en Août, de 13° dans la Vallée de Houle, de 14° à Beit Shean, de 13° à Ramat David. En comparaison elles ne sont que de 9° dans la Plaine Côtière.

Vents.

L'intensité des vents des Vallées Intérieures est parmi les plus fortes du pays et leur force peut souvent atteindre celles aux vents des montagnes.

La Vallée de Houle est sujette à l'action des vents d'Est pendant presque toute l'année. La vitesse de ces vents atteint souvent 50 km/heure. Ces vents froids et secs au printemps et à

tomne, ont une influence néfaste sur l'évapotranspiration des terres en général, et la fructification des arbres fruitiers en particulier. La nécessité s'impose de créer des brise vent.

Les autres plaines intérieures souffrent moins de l'action des vents de l'Est. Par contre, en été, la Vallée du Jourdain doit supporter les vents originaires de la Méditerranée. Ces vents, souffrant de la mer le matin, atteignent le lac de Tibériade au début de l'après midi, renforçant la brise locale du Lac, s'engouffrent dans la Vallée du Jourdain et atteignent la Mer Morte tard dans l'après midi. La vitesse de ces vents est relativement forte et une vitesse de 11 m/seconde est chose assez courante.

Humidité relative.

L'humidité relative de toutes les Vallées Intérieures est de beaucoup inférieure à celle de la Plaine Côtière. L'humidité relative annuelle moyenne est de 61% à Dafna, 58% dans la Vallée du Jourdain et de 60% à Afula située au centre de la Vallée d'Ezdrael. Elle est très basse durant les mois d'été. A 14 heures, en été, elle atteint 40% à Afula, 38% dans la Vallée du Jourdain et dans celle de Houle. Ces faibles pourcentages d'humidité relative, accompagnés de vents assez forts, font que l'évapotranspiration dans ces vallées est relativement élevée.

Précipitations occultes.

Dans la Vallée de Houle le nombre de nuits de rosée, inférieur à la moyenne à celui de la Plaine Côtière, varie entre 50 et 200 nuits par an qu'on se trouve aux abords ou au centre de la Vallée. Dans la Vallée du Jourdain, le nombre de nuits de rosée est en moyenne de 220.

La partie occidentale de la Vallée d'Ezdraelon est relativement riche en précipitations occultes. Le nombre de nuits de rosée est en moyenne de 220. Au fur et à mesure que l'on va vers l'Est, le nombre de nuits de rosée et les quantités de rosée déposées diminuent. A Beit Shean, les quantités annuelles de rosée sont minimes, mais en descendant la deuxième et la dernière terrasse de la Vallée du Jourdain, ces quantités s'accroissent de nouveau.

GEOLOGIE ET PEDOLOGIE.

Les Vallées Intérieures sont de formation récente et remontent au quaternaire. La faille qui a créée la Vallée du Jourdain et la Mer Morte, et qui fait partie de la Grande Faille allant de Syrie aux Lacs Centraux africains, s'est produite lors du Pléistocène supérieur. Peu après, les dépôts dus à l'érosion des calcaires tertiaires sénoniens des montagnes avoisinantes ont créé les marnes du Jourdain qui couvrent la presque totalité de la Vallée du Jourdain. Les vallées de Houle et d'Ezdraelon ont été recouvertes de dépôts alluviaux en provenance des montagnes méditerranéennes. Les sols sont en général des sols alluviaux ayant comme origine les sols des montagnes avoisinantes qui ont été transportés.

dans les vallées par les eaux de ruissellement superficiel.

Les sols alluviaux de la Vallée de Houle contigus à la Chaîne de Montagnes Occidentale, ont une couleur rougeâtre, tandis que ceux situés plus à l'Est, originaires de montagnes de calcaires tendres ont une couleur grise. Dans la partie Sud de la Vallée, occupée avant son assèchement par les marais et l'étang de Houle il y a près de 5.000 ha de sols tourbeux très riches en humus.

Les sols de la Vallée du Jourdain, y compris ceux de la région de Beit Shean, sont, pour leur grosse majorité, des sols marneux, riches en calcaires et mélangés, dans des proportions plus ou moins grandes à des alluvions récentes originaires des montagnes avoisinantes. On y trouve aussi quelques concentrations de terres alluviales originaires de sols basaltiques et quelques surfaces plus restreintes (telles celles de la région de Ginossar) à sols originaires de "terra rossa" retransportée

Les sols alluviaux de la Vallée d'Ezdraelon sont, en général, des terres lourdes, riches et profondes. La composition chimique est influencée par l'origine des sols qui peut être soit des "terra rossa" (situés dans la partie centrale), des sols gris calcaires (dans la partie occidentale), et des sols basaltiques (dans la partie orientale).

D. VEGETATION NATURELLE.

Dans les sols cultivés de la Vallée de Houle et celle d'Ezdraelon on trouve, comme plantes typiques de terres alluviales riches cultivées le Prosopis farcata et quelquefois le Zizyphus spina Christi

L'association principale des Vallées du Jourdain et de Beit Shean est à base de Zizyphus Lotus. Le long du cours du Jourdain, l'association principale est celle à base de Populus euphratica qui comprend en outre, parmi ses composants, le Tamarix jordanis.

L'association qui règnait dans le marais et aux alentours de l'étang de Houle avant son assèchement, était à base de Phragmites communis. L'association qui a contribué à la formation de la tourbe est celle du Cyperus Papyrus - Polygonum acuminatum.

E. REBOISEMENT DES VALLEES INTERIEURES.

1. Vallée de Houle.

Cette vallée est dotée de quantités d'eaux supérieures aux besoins du développement agricole des terres alluviales fertiles. Elle possède en outre de larges surfaces pouvant convenir au reboisement.

Le tableau suivant, tiré du relevé du Service de la Conservation de Sols donne la distribution des terres de la région entre les différentes catégories:-

Agriculture	Urbanisme	Oueds, rivières et étangs	Pâturages et forêts	Total en ha
11.900	500	1.600	6.800	20.800

La Vallée de Houle aurait pu contribuer à réduire les importations de bois du pays si des plantations industrielles y avait été créées dès 1949. Sur les terres marécageuses de Houle, des essences telles que l'*E. camaldulensis* peuvent facilement produire 30 m³/ha/an et plus. Les peupliers blancs et noirs y étaient déjà cultivés depuis longtemps et les peupliers euraméricains y sont capables d'une production de bois au moins égale à celle de l'eucalyptus. Mais bientôt les surplus en eau seront utilisés ailleurs. Le boisement de la Vallée devra se limiter à la création des plantations de protection suivantes:-

- a. La protection des plantations fruitières contre l'influence des vents de l'Est, ainsi que la protection des cultures irriguées en vue de la réduction de l'évapotranspiration, exigent la création d'un vaste réseau de brise vent. Une étude économique est nécessaire pour décider si la création de ces brise vent ne pourrait être liée à la production de bois, comme dans la Vallée du Pô.
- b. Les plantation protectrices le long des canaux de drainage et d'irrigation, le long des rives du Jourdain ainsi que les plantations dans les cours des fermes seraient à même d'accroître sensiblement la production de bois de la Vallée.

Il est à noter que les versants du cirque entourant la Vallée peuvent être reboisés en conifères. Ces montagnes font partie, écologiquement, de la Haute Galilée, et ont été étudiées dans le cadre de cette région.

2. Vallées du Jourdain et de Beit Shean.

La Vallée du Jourdain, région à agriculture irriguée, se trouve être aussi un centre de l'industrie du bois de pays. Elle possède, à Afikim, deux usines pour panneaux en bois défibré et en bois reconstitué capables d'absorber toute la production actuelle de bois d'Israël. Les terres pouvant convenir au reboisement ne manquent pas, ainsi que le montre le tableau suivant, basé sur le

relève de 1955 du Service de la Conservation des Sols:-

Agriculture	Urbanisme	Oueds, rivières et étangs	Pâturage et forêts	Total en ha
15.800	800	1.700	5.600	23.900

Le seul obstacle à un programme de plantations industrielles de grande envergure est le manque d'eaux douces. Par contre, un surplus d'eaux salines existe qui pourrait éventuellement être utilisé pour de telles plantations.

Les principaux travaux de boisement à effectuer dans cette vallée sont:

a. Création de brise vent-

La Vallée possède plus de 10.000 ha des terres irriguées dont 900 ha de bananières. Jusqu'à présent, la plupart des bananiers n'ont été protégés que par de brise vent annuels ou artificiels. La recherche d'espèces de brise vent pouvant convenir à ces plantations et aux terres irriguées est donc nécessaire.

b. Les plantations de drainage -

Par suite du manque des précipitations, presque toute l'agriculture de cette région est irriguée. Pour lutter contre la salinisation des terres pouvant être causée par la forte remontée capillaire de l'eau due aux très fortes températures estivales diurnes, les normes d'eau d'irrigation ont été fortement accrues, ce qui a eu pour résultat une remontée du plan d'eau souterrain. Actuellement, une des tâches les plus importantes à accomplir, tant dans la Vallée du Jourdain proprement dite que dans la Vallée de Beit Shean est l'élargissement du réseau de drainage. Le reboisement liée à des travaux mécaniques de drainage, aura un rôle important à jouer, tant en ce qui concerne les travaux de protection (plantations le long des fossés) que des travaux de drainage proprement dit (plantations d'eucalyptus sur les terres inondées).

c. Les plantations industrielles de bois irriguées à l'eau saline -

La Vallée de Beit Shean possède un surplus d'eaux salines impropres à l'agriculture. L'exploitation intensive

des eaux du Jourdain aura pour résultat un accroissement des eaux salines dans la partie inférieure du fleuve. Il serait intéressant de pouvoir utiliser ces eaux en vue de la création de plantations industrielles dont le bois trouverait sur place, dans les usines locales, un débouché immédiat.

Un travail de recherche systématique sur les essences convenant à cette irrigation devra être entrepris. Les E. camaldulensis plantés dans les cours des fermes ont donné d'excellents résultats, mais il est peu probable que, sans sélection préalable, ils puissent prospérer dans des plantations irriguées à l'eau saline. Les Populus euphratica locaux pourraient faire l'objet d'une sélection.

5. Vallée d'Ezdraelon -

Cette vallée, aux terres alluviales riches, souffre d'un manque d'eau d'irrigation. Cette eau qui est amenée de loin, ou bien récupérée par l'emmagasinement des eaux de ruissellement superficiel, est loin de suffire aux besoins.

La surface totale de la Vallée d'Ezdraelon est, d'après le relevé du Service de la Conservation des Sols de 1955, de 40.500 ha qui se répartissent comme suit:-

Agriculture	Urbanisme	Oueds, rivières et étangs	Pâturages et forêts	Total en ha
32 900	5.900	400	1.300	40.500

On voit donc que la Vallée d'Ezdraelon est surtout une région à prédominance agricole qui cultive plus de 80% de ses terres. Un tiers de la surface est irrigué, dont 1.500 ha d'agrumes et 1.000 d'autres plantations fruitières. Les terres convenant à l'afforestation comprennent surtout le versant Nord du Mont Gilboa.

Les principaux problèmes de la Vallée que le reboisement peut contribuer à résoudre sont les suivants :-

- a. L'aménagement du Bassin Versant du Kishon - Les eaux de ruissellement de ce bassin, de plus de 1.000 k2 de superficie et qui reçoit annuellement sur sa surface, 600 millions de m³ de précipitations, sont actuellement concentrées dans un barrage réservoir. Les matières en suspension de ces eaux sont importantes car la plus grande partie du Bassin se trouve sur des terres alluviales. Afin de réduire le taux des matières en suspension et de régulariser le débit des eaux

aux heures de pointe, des travaux simultanés de conservation des sols et de plantations forestières seront nécessaires.

- b. La création de rideaux abri et de brise vent pour la protection des plantations d'agrumes et la réduction de l'évapotranspiration des terres irriguées.
- c. Le drainage des terres - Beaucoup de terrains de la Vallée souffrent d'une stagnation hivernale des eaux de précipitations et de ruissellement. Des travaux de drainage doivent y être entrepris et les plantations d'arbres tels que les E. camaldulensis pourront aider à l'assèchement des terres et à la protection des fossés de drainage.
- d. Contribution à la fourniture de piquets, perches et autres menus bois nécessaires aux exploitations agricoles - Ce problème, qui existe dans toutes les exploitations agricoles d'Israël, n'a pas encore reçu toute l'attention qu'il mérite. Chaque unité familiale agricole d'Israël possède en moyenne 0,2 ha occupés par les bâtiments et la cour de la ferme. De plus, chaque village possède des terres qui, par leur topographie, sont impropres à la culture. Ces terrains pourraient rendre le fermier indépendant du marché et le pays de l'étranger en ce qui concerne les fournitures de bois nécessaires à l'agriculture.

Chapitre X.

LE NEGUEV.

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Le Néguev, étymologiquement pays sec, forme le Sud du pays et occupe plus de la moitié du territoire d'Israël. Une ligne arbi- traire qui va de Gaza à Rouhama et qui délimite toutes les terres à loess, sépare le Néguev de la partie septentrionale d'Israël.

Le Néguev est dans son ensemble, à l'exclusion de la plaine du Bessor, un pays accidenté. La direction générale des chaînes de montagnes va du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est. La chaîne du Raman sert de ligne de partage des eaux entre le versant méditerranéen et celui de la Mer Morte. Les pentes descendant vers l'ouest sont douces tandis que les pentes orientales sont abruptes en bien des endroits. Le Néguev est riche en oueds profonds et larges, ce qui est un sujet d'étonnement pour une région si pauvre en précipitations.

Le Néguev peut être subdivisé, du point de vue du boisement, en quatre régions:-

1. Les Terres Ondulées du Néguev Septentrional.
2. La Plaine du Bessor.
3. Les Dunes Continentales de Haloutza.
4. Le Néguev Aride.

1. Les Terres Ondulées du Néguev Septentrional -

Cette région, contiguë à la Plaine Côtière et située au Nord-Ouest du Néguev Septentrional, se compose de collines de loess à topographie ondulante et à pente variant entre 4 et 8%, englobant souvent des vallons de surface presque complètement plane.

L'érosion a complètement détruit la topographie en plusieurs zones assez étendues de cette région, telles par exemple les surfaces érodées de la région de Rouhama. On trouve aussi des surfaces restreintes de terrains érodés entre les terrains agricoles. Des traces de dégâts causés par l'érosion, tels que la création de nouveaux ravins et l'approfondissement des ravins existants se voient presque partout après les pluies hivernales.

2. La Plaine du Bessor -

La Plaine du Bessor, qui forme la partie Sud-Ouest du Néguev septentrional, continue vers le Sud la région des terres ondulées. Cette plaine magnifique, absolument plane, aurait pu se transformer en une des plus riches régions agricoles d'Israël n'était la faible

pluviosité, qui se situe entre 150 et 250 mm de moyenne, et le manque absolu d'eaux souterraines. Mais des plans sont en cours d'exécution en vue d'irriguer ces terres par l'apport d'eaux de l'extérieur.

3. Les Dunes Continentales de Haloutza -

Ces dunes continentales occupent une surface d'environ 60.000ha, soit plus du double de la surface des dunes côtières. Elles sont situées dans la zone des 100 mm de précipitations annuelles moyennes. Actuellement, leur intérêt forestier se limite à la création de bandes fixées pour la protection des voies de communication ou des quelques terres agricoles se trouvant à la limite septentrionale de ces sables.

Ces sables se trouvent en moyenne à moins de 40 km de la Méditerranée, ce qui les classe comme une des plus importantes réserves potentielles de terres agricoles du pays. Dès que le problème de la dessalinisation des eaux de mer sera résolu, ces sables pourront se transformer en une des plus importantes régions agricoles du pays.

4. Le Néguev Aride -

C'est la région la plus étendue du pays. Elle occupe plus de la moitié de tout le territoire d'Israël. Elle comprend la partie Sud-Est du Néguev septentrional, la Chaîne de Montagne du Néguev (Har Hanéguev) et la Vallée de l'Arava qui va de la Mer Morte située à 398 m au dessous du niveau de la mer à la Mer Rouge. La pluviosité annuelle moyenne n'atteint 200 mm que sur une toute petite surface des environs de Beer Sheva, la moyenne générale y étant inférieure à 100 mm. Cette région ne possède que quelques petites villes. Par suite du manque d'eau, le développement agricole y est insignifiant.

B. CLIMAT.

1. Précipitations -

Le Néguev est caractérisé par une pluviosité peu abondante. Le Nord du Néguev et la Chaîne Centrale de Montagnes sont relativement mieux arrosés. Sa partie Sud et la Vallée d'Arava ne reçoivent que des quantités infimes de pluies. La pluviosité est très irrégulière. Les précipitations sont le facteur limitant le plus important du Néguev, car même dans les années humides, la pluviosité totale y est assez réduite. En outre, les pluies y tombent en averses sur des sols presque imperméables incapables de les absorber, créant très souvent des inondations.

L'isohyète de 350 mm passe au Nord de Gaza par Shouval. De là et en allant vers le Sud, la pluviosité diminue. L'isohyète de 200 mm passe par Beer Sheva, celui de 150 mm par Gvoulot au Sud de Beer Sheva; celui de 100 mm au Sud de Rafah et au Nord d'Asluj. Tous ces isohyètes d'une direction Ouest-Est, tournent brusquement vers le Nord aux approches de la faille de la Mer Morte. Dans le Sud, il y a très peu de relevés météorologiques. D'après le service météorologique d'Israël, la pluviosité de la Chaîne de Montagnes

du Néguev Central serait inférieure à 120 mm. Plus au Sud, la pluviosité annuelle atteint 50 mm, pour n'être plus que 30 mm à Eilat.

Les principales caractéristiques des précipitations du Néguev sont les suivantes:-

- a. La pluviosité dans le Néguev ne concorde pas toujours avec la pluviosité générale du pays, et souvent à des années de sécheresse au Nord du pays correspondent des années à pluviosité supérieure à la moyenne, dans le Néguev.
- b. Elle est très irrégulière. Mais ici, la quantité de pluie des années pluvieuses qui représentent le tiers des années est à peine suffisante, de sorte que les autres années sont toujours de années de sécheresse. Ceci va limiter la choix des essences aux plus rustiques et aux plus xérophiles.
- c. La saison des pluies est la même qu'au Nord, mais des orages peuvent surgir en dehors de la saison normale.
- d. Les précipitations se déversent par ondées très fortes en un très court laps de temps. A l'aval du bassin versant du Nahal Beer Sheva on a des débits de pointe de 1.000 m³/seconde. Vue l'imperméabilité du loess, ces débits causent de graves dommages par inondation et érosion.

2. Températures -

Malgré le préjugé courant, les températures moyennes de la plupart des régions du Néguev ne sont pas supérieures à celles de la Plaine Côtière. Ainsi, la température annuelle moyenne de Beer Sheva est de 19°,5 tandis que celle de Natanya est de 19°,7. Par contre les amplitudes thermiques journalières et saisonnières sont très prononcées. Ainsi, en Octobre, la différence entre les températures de jour et de nuit est en moyenne de 10° à Natanya; 11° à Jérusalem et 18° à Beer Sheva. Ces différences sont d'ailleurs moins accentuées dans la partie occidentale du Néguev subissant l'influence de la mer. Là le climat y est plus doux, mais les amplitudes augmentent en allant vers l'Est.

D'ailleurs les températures extrêmes sont assez prononcées. Dans la région de Beer Sheva il gèle presque toujours en Janvier-Février et quelquefois même en Décembre. Le minimum absolu a déjà été inférieur à -5°.

Un autre point à considérer est celui de la basse température relative des sols de loess. Ceci a été démontré par des mesures systématiques. Le loess est assez frais, et le loess recouvert de sable plus frais encore. Le fait a des conséquences pratiques considérables: le loess conserve, mieux que toute autre terre du pays, l'humidité, et de plus le loess est une des terres qui ne se craquelle pas.

Les températures de la Vallée de l'Arava, qui continue, vers

le Sud, la Vallée Jourdain-Mer Morte, sont les plus élevées d'Israël, la moyenne des maxima journaliers du mois le plus chaud atteignant 41° et celui des minima journaliers du mois le plus froid ne descendant pas au dessous de 11°

3. Vents -

La violence des vents dans le Néguev n'est point, malgré le préjugé courant, supérieure à celle des autres régions du pays. En hiver, quelques tempêtes de sable peuvent occasionner des dégâts dans les plantations fruitières. Mais en été, la violence des vents n'atteint pas plus de 3 m/seconde (dans la Vallée du Jourdain les vents estivaux atteignent souvent une vitesse de 12 m/seconde). Mais par suite de la sécheresse et de la très fine composition du loess, ces vents suffisent à le soulever en poussière et à en former de gros nuages.

La direction des vents dominants varie selon la station. A Beer Sheva les vents estivaux dominants viennent du Nord-Ouest et du Sud-Ouest. En hiver, les vents Ouest, Sud-Ouest et Est dominant.

Les hamsin dans cette région sont moins fréquents que dans la Plaine Côtière et les autres régions de la partie septentrionale du pays.

Dans le Néguev, région où les ressources en eau sont très limitées, l'influence du vent se fait très lourdement sentir. Comme les ressources en eau sont à peine suffisantes il suffit d'une année de sécheresse accompagnée de quelques vents chauds et secs pour détruire les plantations de quelques années.

4. Humidité relative -

L'humidité relative du Néguev Septentrional est élevée près de la côte. Elle diminue au fur et à mesure qu'on avance vers l'intérieur pour atteindre son minimum dans la Vallée de l'Arava. L'humidité relative annuelle moyenne de Rouhama, dans le Nord Est du Néguev Septentrional, est de 65%; celle de Gvoulot, dans le Sud Est de cette même région, de 72%; à Beer Sheva elle est encore supérieure à 58% et à Sodome, dans la Vallée de l'Arava, de 43%.

Les fortes différences entre les températures diurnes et nocturnes font que l'humidité relative est basse durant le jour et haute durant la nuit. Les amplitudes journalières de l'humidité relative s'accroissent au fur et à mesure que le climat devient plus désertique. L'accroissement de l'humidité relative durant la nuit a pour conséquence un fort dépôt de rosée.

5. Précipitations occultes -

Dans le Néguev, plus que partout ailleurs, l'influence de la rosée sur le maintien et le développement de la végétation est primordiale. La possibilité de créer dans le désert des sources artificielles par refroidissement de l'air dans des canalisations

en pierres sèches présentant des surfaces froides, et multipliant ces surfaces, est bien connue. Or, dans les parties occidentales du Néguev, surtout près de la côte, l'humidité relative est élevée, de même que les écarts des températures diurne et nocturne. De plus, dans les régions des dunes continentales ou des loess recouverts de sables, la circulation de l'air dans le sol est facile. Les grains de sable agissent la nuit, par leur refroidissement rapide, comme les pierres du tunnel des sources artificielles, favorisant le dépôt des gouttelettes sur les grains. On peut aussi concevoir que le succès obtenu lors de l'emploi de la méthode de boisement dite "steppique" dans le Néguev, est dû en partie au refroidissement de l'air circulant dans les bourrelets meubles, et au dépôt de rosée sur les grains de terre constituant le sol des bourrelets.

ASHBEL a évalué les quantités de rosée annuelle se déposant à Gvoulot à 150 mm, soit presque autant que les précipitations totales. D'autres contestent ce chiffre. En tout cas, la possibilité d'obtenir, dans cette région, des récoltes non irriguées d'orge et de pastèques ne peut s'expliquer que par les apports d'eau de rosée.

C. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE.

Les principales formations du Néguev, en particulier dans la partie septentrionale, appartiennent à l'Eocène et au Sénonien. Dans les parties centrale et orientale, les formations du Cénomanien occupent de larges surfaces. Mais pour le forestier, ce sont uniquement les formations du quaternaire (loess, dunes mouvantes, hamadas) qui ont comblé les vallées et replis de terrains, qui sont intéressantes.

Les sols du Néguev qui occupent les surfaces les plus importantes sont ceux à base de loess. L'origine éolienne des loess du Néguev peut être très facilement démontrée par l'étude des coupes de terrains, surtout aux abords des oueds où l'on voit la roche primitive calcaire non désagrégée servir de support au loess sans qu'on puisse distinguer de transition. Les roches d'origine du loess sont certainement celles des montagnes de la presqu'île de Sinaï. De là il a été transporté par les vents du sud-ouest. Durant des millénaires, il a envahi peu à peu d'importantes surfaces. La chose est confirmée par le fait que les vents ont déposé en premier les éléments les plus grossiers et en dernier les éléments les plus fins, de sorte qu'en allant de la frontière égyptienne vers le Nord-Est nous avons d'abord des loesss sableux. En allant vers l'intérieur la proportion d'argile du loess croît mais la proportion de sable reste encore assez forte. Encore plus à l'est nous nous trouvons dans la région du loess proprement dite, ne possédant qu'une faible proportion de sable. Cette gradation fait que la composition des sols de toute la région du Néguev varie considérablement. De plus si dans le Néguev septentrional les loess recouvrent toute la superficie, il n'en est pas de même dans la région des montagnes du Néguev, où le loess, mêlé de pierres, se concentre surtout dans les vallons.

Voici à titre indicatif, des analyses d'échantillons de loess prélevés par l'auteur à Mefalessim, dans le Nord-ouest du Néguev septentrional:-

Profondeur	en %					
	sable grossier	sable fin	Limon	Argile	Ca CO ₃	pH
0 - 30	1,0	46,5	19,0	25,3	8,2	8,2
30 - 70	2,1	45,5	19,8	24,5	8,1	8,2

Du point de vue physique, le loess est en général brun clair à brun jaunâtre. La perméabilité, suffisante au début de la saison des pluies, diminue après formation de la croûte, ce qui donne lieu à une forte érosion. La capacité de rétention de l'eau est d'environ 25% du volume, mais les eaux capillaires n'atteignent que le 18% de ce volume. Les sols ne se réchauffent pas beaucoup, de sorte que l'humidité s'y conserve bien. Par suite du manque de matière organique, le sol ne possède pas de structure; aussi se transforme-t-il facilement en poussière et peut, alors, être facilement transporté par le vent.

Du point de vue chimique, les loess sont généralement riches en P et K, mais pauvres en N. La quantité de Ca CO₃ est variable et se situe entre 8 et 20%. Le pH varie entre 8 et 9 avec une moyenne de 8,5.

Il va sans dire que l'on trouve dans les régions désertiques du Néguev des sols complètement différents du loess, tels que les sols salins, les hamadas, etc. Mais leur intérêt du point de vue boisement, si on excepte quelques petites plantations ornementales ou d'ombre, près de lieux d'habitation, est nul.

D. VEGETATION NATURELLE.

La végétation du Néguev est une végétation steppique. Dans les sols à loess du Néguev septentrional, l'association secondaire la plus fréquente est à base d'Achillea Santolina. Dans les steppes des hautes montagnes du Néguev, l'association à base d'Artemisia Herba alba domine. Dans les régions désertiques, les associations sont à base de Zygophyllum dumosum et d'Anabasis articulata.

Les dunes continentales de Haloutza ont, comme les dunes côtières, une association à base d'Artemisia monosperma.

La végétation arbustive du Néguev est très clairsemée. On trouve, dans les vallons arides des montagnes du Néguev, quelques exemplaires de Pistacia atlantica. Dans les vallons qui servent

exutoire aux eaux de ruissellement superficiel du Néguev en
rouve des Acacias, principalement des A.Raddiana et des Aspirocarpa.

PRINCIPAUX OBJECTIFS DU BOISEMENT DU NEGUEV.

Par suite du manque de précipitations, le boisement de la presque
otalité du Néguev ne peut se donner un but de production. Les prin-
ipaux objectifs du boisement de cette région sont donc de protection.

1. Réduction de l'évapotranspiration -

Les hautes températures diurnes, la basse humidité relative font
ue, malgré les vents relativement peu violents, l'évapotranspira-
ion des plantes dans le Néguev est très forte. La réduction de
ette évapotranspiration est nécessaire, tant à l'agriculture non
irriguée qu'à l'agriculture irriguée.

- En ce qui concerne l'agriculture non irriguée, les précipi-
tations moyennes marginales du Néguev septentrional et les
fortes amplitudes annuelles font que, très souvent, l'obten-
tion d'une récolte est fonction de quelque dizaines de mm
d'eau emmagasinés en plus. Aussi le rôle des rideaux abri se
revèle-t-il d'une très grande importance.
- La création de rideau abri est aussi obligatoire pour les
cultures et les plantations fruitières irriguées, car le pro-
blème qui se pose est celui de l'économie de l'eau. Toute eau
apportée dans le Néguev est une eau très onéreuse. La néces-
sité d'économiser cette eau est donc ici beaucoup plus impé-
rieuse et urgente que dans toutes les autres régions du pays.
Aucune économie substantielle ne pourra être réalisée sans
l'installation d'un vaste réseau de rideau abri et de brise
vent.

2. Lutte contre l'érosion -

Un des principaux objectifs du reboisement de la région du
oess dans le Néguev est la lutte contre l'érosion, qu'elle soit
olienne ou due à l'action de l'eau. Les tempêtes de sables et de
oess, les vastes surfaces de sol complètement détruites, les ravines
ui ne cessent de pénétrer plus à l'intérieur des terres, sont les
ignes caractéristiques de cette érosion. La création de rideau abri
pour la diminution de l'évapotranspiration pourra également aider à
a lutte contre l'érosion éolienne, mais la lutte contre l'érosion
ue à l'action de l'eau nécessitera des travaux supplémentaires
els que la fixation des berges de ravines ou le boisement des ter-
ains érodés. Ces travaux ne pourront être entrepris que là où la
luviosité est suffisante.

3. Création de zones vertes -

Ainsi qu'il a été dit plus haut, le climat de la plus grande
urface du Néguev n'est pas très chaud. Il s'est avéré être en
oyenne, dans sa partie montagneuse, beaucoup plus frais et sec

que dans la Plaine Côtière. Mais l'aspect de désolation de ses paysages désertiques, la manque d'ombrage lorsque la température diurne monte jusqu'à 35° et plus, exercent un effet déprimant sur les habitants de ses villes. Cette région est riche en exploitations minières, que se soient les phosphates d'Oron ou les minerais extraits de la Mer Morte. Les travailleurs ne sont pas très disposés à venir habiter le Néguev Aride avec leur familles. La nécessité s'impose donc de créer des espaces verts dans les villes ou à leur proximité, quelles que soient les difficultés auxquelles se heurteront ces boisements.

Le boisements de production du Néguev ne pourront être entrepris que dans une toute petite région dans la partie Nord et Nord-Ouest du Néguev septentrional, qui reçoit une moyenne annuelle de précipitations supérieure à 250 mm. Il est possible d'y créer des plantations relativement vastes avec des espèces résistant bien à la sécheresse. Tout le reste du Néguev est impropre au boisement de production.

F. LE BOISEMENT DU NEGUEV.

1. Travaux de boisement réalisés -

Au début du siècle, le nombre d'arbres naturels de la région septentrionale du Néguev était supérieur à celui d'aujourd'hui. La plupart de ces arbres ont été abattus lors de la guerre 1914/18 afin de fournir du combustible aux trains circulant sur la ligne allant de Gaza à Beer Sheva.

Très peu d'essais de reboisement furent entrepris entre 1918 et 1948. En 1944, quelque dizaines d'ha d'Eucalyptus camaldulensis et d'Acacia cyanophylla furent plantés sur les terres érodées de Dorot, et des petites superficie d'E.camaldulensis sur les loess sableux de Gvoulot et ailleurs. Le Département des Forêts du Gouvernement mandataire avait créé quelque petites plantations expérimentales d'E. camaldulensis, d'A. cyanophylla et de Tamarix articulata sur les dunes continentales au sud de Beer Sheva.

Les essais de reboisement en grand ne furent entrepris qu'après 1948. Le F.N.J. planta en 1951, 170 ha de T. articulata sur les sables de Haloutza, 108 km de bandes abri, des plantations routières et des plantations de protection de berges d'oueds dans le Néguev Septentrional. Les principales essences utilisées étaient l'E. camaldulensis l'A. cyanophylla et le T. articulata. Des plantations routières, qui ont toutes échouées, avaient été réalisées dans la Vallée de l'Arava.

Les meilleurs résultats furent obtenus avec des E.camaldulensis plantés en 1944 à Gvoulot. A l'âge de 7 ans, ils avaient atteint de 8 à 10 m de hauteur et 20 cm de diamètre à hauteur d'homme; mais vers 1952 ils ont commencé à dépérir. La cause en serait la trop forte densité du peuplement. Les précipitations, suffisantes pour le développement des premières années, ne l'étaient plus à l'âge adulte des arbres.

Sur les routes du Néguev les arbres plantés en 1951 comprenant principalement des Eucalyptus; irrigués les deux premières années, commencèrent à dépérir les uns après les autres. Sur la route Ourim-Sheva, trois années après leur plantation, les eucalyptus continuaient à dépérir mais les A.cyanophylla s'étaient extraordinairement bien développés en boule et atteignaient 3 m de hauteur. Les T.articulata avaient bien repris mais poussaient très lentement.

Sur les sables de Haloutza, trois ou quatre années après la plantation en 1951/52 de boutures de Tamarix, les arbustres étaient d'un vert foncé et prospéraient.

Il a fallu la sécheresse qui a sévi pendant cinq années consécutives depuis 1958, pour que l'on puisse apprécier à leur juste mesure la résistance à la sécheresse des différentes espèces. Les A.cyanophylla, sur lesquels on avait fondé de grands espoirs, ont pour la plupart dépéri; de même les E.camaldulensis et E.gomphocephala. La seule espèce qui a relativement bien supporté la sécheresse et qui s'est révélée être l'arbre du Néguev par excellence a été le T.articulata.

Depuis quelques années on a expérimenté sur une large échelle de nouvelles espèces et de nouvelles méthodes de boisement. La méthode de boisement steppique de Monjauze a donné des résultats très encourageants, que ce soit avec les tamarix ou les eucalyptus. Parmi les nouvelles espèces expérimentées l'E.occidentalis s'est révélé supérieur, pour le reboisement du Néguev, à l'E.camaldulensis et l'E.gomphocephala ainsi qu'aux autres eucalyptus expérimentés.

2. Les Terres Ondulées du Néguev Septentrional -

Comparativement aux autres régions du Néguev, cette région est privilégiée du point de vue hydrologique. En effet, elle reçoit une moyenne annuelle de 250 à 350 mm de précipitations, ce qui permet d'obtenir, dans les années à pluviosité normale, sans irrigation, une récolte de céréales. Elle est, parmi les régions du Néguev, la moins éloignée des sources d'eau d'irrigation additionnelle. Aussi, le pourcentage des terres irriguées de cette région est relativement élevé.

Voici d'après le relevé du Service de la Conservation des Sols, la classification proposée des sols de cette région:-

Agriculture	Urbanisme	Oueds	Pâturages et forêts	Total en ha
57.000	600	1.000	3.600	75.200

Les principaux travaux de boisement pouvant être entrepris dans les terres ondulées sont les suivants:-

1. Des bandes abri et de brise vent en vue de protéger les plantations fruitières, de réduire l'évapotranspiration des plantes tant irriguées que non irriguées et d'empêcher l'érosion éolienne.
2. Des plantations de protection des oueds et ravins qui dans cette région à topographie tourmentée, sont très importants.
3. Des plantations de production sur les terres impropres à l'agriculture à pluviosité suffisante pour permettre une culture d'arbres xérophiles.

Les espèces pouvant servir comme brise vent et qui doivent être irriguées sont les mêmes que celles qu'on utilise dans la Plaine ôtière, c'est-à-dire principalement le C.sempervirens. Les plantations de protection pourront utiliser le Parkinsonia aculeata et A.cyanophylla. Comme plantations de production l'E.occidentalis semble pouvoir donner les meilleurs résultats.

3. La Plaine du Bessor -

On ne peut réaliser ici que des travaux de boisement de protection et la majorité de ces travaux ne pourra être entreprise qu'après irrigation de la plaine. Du point de vue du boisement, on peut y distinguer trois séries de problèmes:-

- a. Protection de l'agriculture non irriguée dans la région septentrionale à précipitations moyennes annuelles supérieures à 200 mm. Cette agriculture ne pourra être entreprise que sur des surfaces limitées dans la partie Nord de la plaine. Des plantations de Tamarix articulata, réalisées suivant la méthode steppique de Monjauze, pourront servir à créer des brise vent non irrigués.
- b. Protection de l'agriculture irriguée. Cette plaine riche, fertile, absolument plane, est une des réserves potentielles de terre irrigables ainsi que le montre le tableau suivant, fait d'après le relevé du Service de la Conservation des Sols:-

Agriculture irriguée	Urbanisme	Oueds	Pâturages et forêts	Total en ha
53.500	400	200	2,100	56.200

La grande majorité des terres ne pourra être mise en valeur qu'après irrigation de la plaine. C'est alors que se posera le problème de la création d'un réseau serré de bandes abri qui aura pour mission leur protection contre les tempêtes de sable et la réduction de l'évapotranspiration potentielle.

- c. Problèmes de l'aménagement de l'oued du Bessor. Cet oued, dont le bassin versant occupe une superficie de 3.390 km², reçoit en moyenne, annuellement, 793 millions de m³ de précipitations. Mais les amplitudes annuelles et surtout horaires des précipitations sont très fortes, de sorte que son débit est très irrégulier.

Tout travail d'aménagement de ce bassin versant ne pourra se passer de plantations sylvicoles visant à ralentir le débit des eaux de ruissellement et à les purifier. Le Parkinsonia aculeata peut être une des principales essences convenant à ces plantations.

4. Les Dunes Continentales de Haloutza -

Les boisement de ces sables, d'une superficie de 60.000 ha, situés relativement près de la mer et territoire potentiel d'accroissement. Les surfaces irriguées d'Israël, doit permettre de créer pédologiquement un sol qui pourra être utilisé dès que la dessalination de l'eau de mer deviendra un objectif économiquement réalisable. Les plantations de Tamarix articulata faites dans cette région ont montré que, plantés à distance adéquate, ces Tamarix arrivent à créer un peuplement vigoureux, assez clair, et ce, malgré la très faible pluviosité.

Il serait donc intéressant de créer sur ces sables, en plus des bandes boisées pour la protection des voies de communication, des peuplements de Tamarix, qui contribueront à la formation sur les dunes d'un sol agricole.

5. Le Néguev Aride -

Ici les seuls travaux de boisement à entreprendre sont de deux sortes:-

1. Les plantations des parcs, jardins et bosquets à l'intérieur et aux environs immédiats des villes comme Kefar Yeroham, Dimona, Eilat, et autres centres d'habitation de moindre importance.

Ces plantations doivent être partiellement irriguées, surtout les premières années. L'essence convenant à ces plantations est le T. articulata. L'irrigation peut permettre d'introduire d'autres essences. L'effluent purifié de ces villes pourra être utilisé pour irriguer ces plantations, et permettra d'économiser l'eau douce qui amenée de loin, est dans ces région d'un prix très élevé.

2. Les plantations dans les vallons étroits recouverts de loess. Ces vallons étroits servent d'exutoire aux eaux de ruissellement des versants des collines et des montagnes, de sorte que le long de ces vallons, l'humidité du sol est souvent suffisante pour permettre l'installation d'une végétation arbustive. Ces plantations créatrices d'ombre, purement esthétiques, serviraient à rompre la grande monotonie des paysages désertiques du Néguev.

RESUME ET CONCLUSIONS.

A. NECESSITE D'UNE ETUDE A LA FOIS ECOLOGIQUE, ECONOMIQUE ET SOCIALE DE TOUT PROJET DE REBOISEMENT.

La première conclusion qui se dégage de cette étude est que, si tout travail de reboisement d'une région donnée d'Israël doit, pour réussir, tenir compte des conditions écologiques de la région et utiliser des essences et des techniques ayant déjà fourni leurs preuves, la décision même des travaux de reboisement est liée à toute une série de facteurs économiques et sociaux qui peuvent, soit donner priorité à ces travaux, soit les en écarter. On ne peut, à présent, pour des raisons d'ordre hydrologique, reboiser les dunes côtières. Des raisons analogues obligent actuellement à donner priorité à l'enrésinement du maquis des terrains karstiques du Turonien-Cénomaniens. Toute étude écologique d'un projet de reboisement en Israël devra être liée à des études hydrologiques, économiques et sociales concernant l'influence de ce projet, afin que la décision prise puisse être appliquée dans les meilleures conditions et avec les meilleurs résultats.

B. NECESSITE ECONOMIQUE D'ELARGISSEMENT DES ZONES DE REBOISEMENT AUX DEPENS DU PATURAGES.

Les 80% des 420.000 ha de terres marginales de la partie septentrionale d'Israël, actuellement considérés comme terres à pâturage (contre 20% de terres à forêts) sont, dans leur très grande majorité, incapables d'assurer aux pasteurs un revenu minimal comparable au revenu minimal annuel moyen des travailleurs de la terre. Comme ces terres se trouvent dans la partie d'Israël à climax forestier, elles sont de plus en plus envahies par une végétation de maquis de valeur nulle. En même temps, elles posent des problèmes aux hydrologues d'Israël. Pour déterminer la vocation pastorale d'une région, on ne peut se baser uniquement sur des facteurs écologiques. On doit tenir compte en même temps des facteurs économiques. La nécessité s'impose de reconsidérer la répartition des terres entre les diverses utilisations possibles en tenant compte à la fois des points de vue écologique et économique. De cette reconsidération résultera un accroissement considérable des terres ne convenant qu'au reboisement.

C. LE BILAN HYDROLOGIQUE, FACTEUR PRIMORDIAL DE TOUT PROJET DE REBOISEMENT.

A la fin de 1961 la population d'Israël était de 2,2 millions. A cette même date 150.000 ha étaient irrigués, soit 27% des

50.000 ha des terres irrigables.

En 1961, la consommation en eau agricole, industrielle et urbaine du pays s'élevait à 1.300 millions de m³ dont 1.000 millions pour l'agriculture, et représentaient environ les trois quarts des ressources en eau exploitables du pays.

En 1980, la population d'Israël atteindra, d'après les pronostics officiels, 4 millions d'habitants. Les besoins urbains supplémentaires en eau dérivant de l'accroissement de la population citadine, des nouvelles industries et de la consommation supplémentaire liée à l'amélioration du niveau de vie, ainsi que les besoins agricoles supplémentaires en eau nécessaires en vue de l'approvisionnement de cette population accrue en légumes, fruits et produits laitiers, sont de beaucoup supérieurs aux possibilités des sources d'eau conventionnelles non exploitées du pays.

L'eau de mer dessalée sera, dans l'avenir, la source potentielle principale des besoins en eau supplémentaires du pays. Le dessalement est lié au développement des techniques d'utilisation de l'énergie atomique pour ce but. On peut envisager que ce problème sera résolu dans un très proche avenir.

La situation géographique d'Israël est telle que la distance moyenne à la mer de la majorité de ses terres se prêtant à l'irrigation est inférieure à 15 km. De plus, les trois quarts de la population du pays et la majorité de ses industries sont concentrées le long de la Plaine Côtière. Aussi la résolution du problème du dessalement de l'eau de mer résoudra en même temps le problème de l'approvisionnement de la population d'Israël en eau douce.

C'est pour cela que le problème de l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique des différentes régions d'Israël ne peut être qu'un problème limité dans le temps et qui disparaîtra d'ici quelques dizaines d'années. Aussi les différentes mesures sylvicoles proposer en vue de l'accroissement des possibilités hydrologiques annuelles des différentes régions ne peuvent être que des mesures temporaires. D'ici vingt à trente ans le problème de l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique d'Israël aura perdu toute son importance pratique

Le problème de l'influence hydrologique actuelle de la forêt dans les différentes régions écologiques d'Israël se pose ainsi:-

1. La Plaine Côtière

C'est la région la plus sensible à l'influence de la forêt sur le bilan hydrologique.

La Plaine Côtière qui concentre la grosse majorité des plantations d'agrumes et autres terres agricoles irriguées, ainsi que la majorité des villes et la plus forte proportion d'industries du pays, est de ce fait, relativement à sa surface, la région la plus forte consommatrice d'eau d'Israël. C'est ici que les résultats

1. bilan hydrologique négatif se font le plus fortement sentir.

Tout reboisement des dunes et des terres rouges légères de la plaine Côtière aura pour résultat une diminution du débit annuel de la nappe phréatique du Plio-Pléistocène. Des plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* de la région Hadera-Pardess Hanna, qui servaient autrefois à drainer les marais, continuent actuellement à exploiter les eaux de la nappe souterraine. Il en est de même des plantations routières d'eucalyptus. Une étude économique devra être entreprise pour décider si ces plantations d'eucalyptus pourront continuer à exister ou si elles devront être supprimées.

2. La Chaîne Centrale de Montagnes

Les plans d'enrichissement du débit de la nappe du Turonien-Turonien devront tenir compte du fait que le maquis s'est définitivement installé sur une surface de plus de 35.000 ha, soit une surface supérieure à celle de toutes les terres reboisées artificiellement en Israël. Les surfaces du maquis, ainsi que celles de la garrigue et du batha continuent à croître d'année en année. Ces associations installées surtout sur les terrains karstiques du Turonien-Turonien, ont, par leur interception des eaux de pluie et leur enracinement relativement abondant et profond, une influence négative sur l'enrichissement de cette nappe. Cette influence est d'autant plus forte que la végétation y est plus développée. Toute lutte pour l'amélioration du régime hydrologique souterrain de cette région doit donc être, en définitive, une lutte contre le maquis.

Le pâturage des chèvres, si pratiqué sur une grande échelle aurait pu contribuer à l'élimination du maquis, mais par suite du manque de pâtres acceptant de se contenter du revenu fourni par ce pâturage, cette solution ne peut être prise en considération.

La seule solution actuellement capable de réduire la consommation en eau des terrains occupés par le maquis est leur enrésinement par priorité. L'enrésinement aura comme effet, par suite des mesures de préparation des sols, la destruction du maquis. La consommation en eau des pins d'Alep et des pins brutia sera, les premières années, très faible, et même lorsque ces pins atteindront l'âge adulte, la consommation en eau de la futaie sera inférieure à celle du maquis.

3. Les Plaines Intérieures et le Néguev

Dans ces régions, le but des plantations forestières sera un but de protection et de réduction de l'évapotranspiration des terres irriguées. Cette diminution de la consommation équivaut à un accroissement des ressources aquifères.

4. Aménagement des Bassins Versants

L'accroissement des ressources aquifères d'Israël se fera aussi par l'aménagement des bassins versants des principaux oueds se drainant vers la Méditerranée. La régularisation et la purification des eaux de ruissellement superficiel, la protection du lit des oueds

et des ravines y attenantes, la protection des bassins de décantation et des champs d'épandage qui seront situés sur les dunes côtières, nécessiteront des plantations de protection sur une large échelle et aucun travail sérieux d'aménagement des oueds ne pourra se faire sans ces plantations.

5. Utilisation des eaux salines -

Les quantités d'eaux salines existantes, impropres à l'agriculture et celles qui seront disponibles avec le temps, permettraient, si des essences appropriées étaient sélectionnées, d'exploiter ces eaux pour des plantations industrielles.

PRINCIPALES ESSENCES DE REBOISEMENT DU PAYS.

L'expérience acquise et les recherches entreprises depuis le début du siècle ont permis de dégager les principales essences qui peuvent servir de base à tout travail de reboisement en Israël. Leur nombre est assez limité. Il s'agit des espèces suivantes:-

Pour le reboisement des montagnes méditerranéennes, du Pinus halepensis, du Pinus brutia et du Cupressus sempervirens.

Pour le reboisement des plaines et pour la création de pare feu sur la montagne, des Eucalyptus camaldulensis et Eucalyptus gomphocephala.

Pour la création de brise vent de plaine, du C. sempervirens et du Populus nigra C.v. "Chile"

Pour le reboisement du Néguev Septentrional, le Tamarix articulata et le Eucalyptus occidentalis.

Pour les travaux de protection le Acacia cyanophylla et le Quercus agrifolia.

L'Acacia cyanophylla s'est révélé être une essence douée d'une élasticité extraordinaire, la meilleure essence fixatrice des sables côtiers et en même temps une excellente colonisatrice des "terra rossa", des terres calcaires grises, des terres basaltiques et des cailloux.

Il est à noter qu'on n'a pas encore trouvé des essences pouvant bien se développer dans les régions arides. Des recherches devront être poursuivies dans ce sens.

En ce qui concerne la création de plantations industrielles avec des eaux salines, un travail de sélection de peupliers blancs et de quelques eucalyptus poussant déjà sur les sols salins le long de la rivière Naaman pourrait être entrepris.

NECESSITE D'ACCROITRE DE FACON IMPORTANTE LA PRODUCTION ACTUELLE DE BOIS.

La consommation de bois sur pied se situe annuellement à un tiers de m³ par tête d'habitant. La production locale fournit 3% des besoins du pays. Les importations de bois et dérivés s'accroissent depuis 1950 proportionnellement au nombre d'habitants, et ces importations s'élèvent à 42 millions de dollars, soit 12% du déficit commercial annuel total d'Israël. Des industries consommatrices de bois et de cellulose sont actuellement installées en Israël, comprenant des usines de panneaux en bois défibrés et améliorés, de contreplaqués, de papier, de cartonage, de rayonne et de viscose, etc. Si d'autres usines se servant de bois ou dérivés comme matière première sont à l'étude. Tenant compte des besoins grandissants et du fait que le déficit commercial ne pourra pas, à la longue, se maintenir à son niveau actuel, le pays devra fournir une plus forte proportion de bois à ces industries. Les sources potentielles de cette production sont:-

- a. Les reboisements des montagnes. Même si la production annuelle moyenne des pins à l'ha n'est que de 2,5 m³, elle peut contribuer assez sérieusement à diminuer la pénurie de bois d'Israël, si elle est récoltée sur de très grandes surfaces.
- b. Les reboisements de protection. Les brise vent créés en vue de la protection des plantations d'agrumes et des terres irriguées pourraient, s'ils sont bien aménagés, contribuer de façon appréciable à la production de bois d'Israël. Il en est de même des plantations le long des cours d'eau, des ravines et des canaux de drainage, etc.
- c. Les boisements dans les cours et les terrains impropres à la culture dans les fermes. Les bois produits pourraient servir aux besoins agricoles du pays.
- d. Les plantations industrielles utilisant l'eau saline.

En ce qui concerne le problème du choix entre une production de bois de qualité ou de bois de qualité inférieure mais en plus grande quantité, les conditions écologiques et la nécessité d'une courte rotation ne permettent d'obtenir en général que des bois de qualité inférieure. Il aurait été possible de créer, en plaine, des plantations sélectionnées d'E. camaldulensis pour sciages, mais le manque relatif de terres recevant une pluviosité adéquate et la longue révolution nécessaire font écarter cette solution.

NECESSITE DE CREATION DE PARCS, BOIS ET ZONES VERTES AUTOUR DES CONCENTRATIONS URBAINES.

La Plaine Côtière concentre à elle seule les 77% de la population d'Israël, et les 80% de toute sa population urbaine. Deux centres, le Grand Tel-Aviv et le Grand Haïfa ont, à eux deux, plus d'un million d'habitants. La Plaine Côtière est aussi une région touristique et hôtelière très développée grâce à ses plages de sable fin. Elle héberge également la plupart des entreprises industrielles d'Israël.

Cette concentration urbaine ne s'est pas accompagnée d'un accroissement proportionnel des zones vertes: parcs et jardins, lieux de récréation et de repos, ou des pineraies attenants aux plages. Si l'on excepte la ville même de Haïfa, qui, se trouvant située près du massif verdoyant du Carmel, possède des zones vertes naturelles, toutes les autres villes ont des surfaces de jardins de beaucoup inférieures au minimum considéré comme nécessaire de 10 m² par habitant. Une des tâches les plus urgentes des forestiers israéliens doit être la création de zones vertes de surface adéquate autour des concentrations urbaines.

Ce problème est important surtout dans les concentrations urbaines du Néguev aride. L'effet déprimant des paysages désertiques ne pourra être quelque peu atténué que par la création de zones vertes autour des points habités.

AMENAGEMENT DES FORETS POUR LA LUTTE CONTRE LES INCENDIES.

L'aménagement des forêts en vue de la lutte contre les incendies doit être une des préoccupations essentielles des forestiers d'Israël. La longue sécheresse estivale, le substratum calcaire, la composition des forêts qui sont formées, soit de résineux, soit d'essences basses de maquis, la rareté des forêts et la très forte densité de la population dans la partie méditerranéenne du pays, tout cela fait que tous ces facteurs augmentent beaucoup la probabilité des incendies de forêts en Israël.

Les mesures d'aménagement actuelles utilisées pour cette lutte consistent à créer des bandes de 10-12 m de largeur, dénudées de végétation, courant en ligne droite à travers les peuplements perpendiculairement à la direction des vents dominants. Ces bandes étroites se sont révélées complètement inefficaces sur tout le pourtour de la Méditerranée. Les mesures d'aménagement devront comprendre la création de larges bandes d'essences peu combustibles, en l'occurrence des eucalyptus, ainsi que l'aménagement des chemins à travers les forêts qui pourront servir de base à la lutte contre les incendies.

ECONOMIE DES INVESTISSEMENTS FORESTIERS.

Le patrimoine forestier d'Israël a été détruit au cours des millénaires et doit être recréé totalement. Ceci a déjà exigé des investissements considérables, qui n'ont réussi à accroître le pourcentage des surfaces reboisées par rapport aux surfaces susceptibles de l'être, que dans une très faible proportion. La grande part des travaux de reboisement reste encore à réaliser.

Dans notre ère industrielle actuelle où la plupart des investissements à intérêt élevé, en usine, sont calculés pour être amortis dans un très court laps de temps, (souvent cinq années et même moins) les supputations économiques qui supposeraient la création de plantations industrielles de bois, devant être récoltées d'ici vingt ans, à celles des plantations ordinaires à révolution minimum de 80 ans, si se basent sur un taux de placement d'intérêts composés élevé, mènent toujours à la conclusion qu'en Israël aucun travail de reboisement ne peut être rentable.

Si, en Israël, la forêt et les plantations forestières pourraient être appelées à jouer un rôle important dans le domaine de la production de bois, leur rôle principal reste un rôle de protection, tels que l'accroissement des ressources aquifères, la diminution de l'évapotranspiration des plantes, la lutte contre l'érosion éolienne et par la pluie, l'assèchement des marécages, la pédogénèse, l'adoucissement du climat, l'assainissement de l'air des villes, la création de lieux de récréation et de repos pour la population, l'amélioration de l'esthétique des paysages, la protection des ouvrages de génie, l'aménagement des bassins versants en vue de la lutte contre les inondations. Aussi la question de la rentabilité des investissements forestiers ne peut elle se baser uniquement sur le revenu brut en bois à escompter. La forêt jouant surtout un rôle social, ne peut être assimilée à des entreprises industrielles et commerciales où jouent seulement des considérations de pertes et de profits.

En Israël, où la forêt, indispensable à l'homme, est à recréer du tout au tout, où le forestier oeuvrera pour les générations futures, la forêt doit être assimilée à des entreprises d'intérêt public tels que la construction des voies de communication dont les bénéfices directs sont faibles mais dont les bénéfices indirects sont évidents, très élevés, bien qu'extrêmement difficiles à évaluer en argent.

Il ne faut pas oublier également que la politique forestière suivie durant une génération est héritée telle quelle par la génération suivante. Ce sont ces considérations qui doivent être à la base de la politique des investissements forestiers.

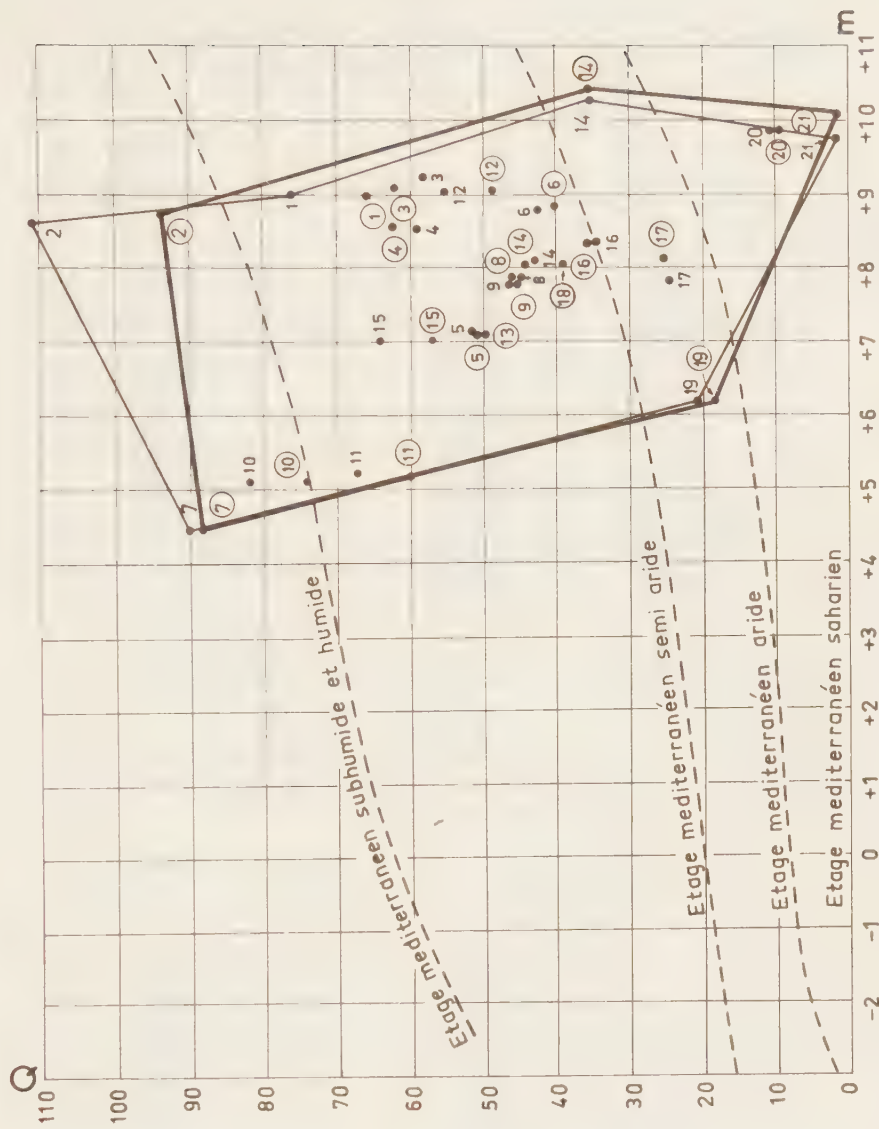
A N N E X E S

EMPLACEMENT DES PRINCIPALES REGIONS D'ISRAEL DANS LE GRAPHIQUE DES CLIMATS MEDITERRANEENS D'EMBERGER

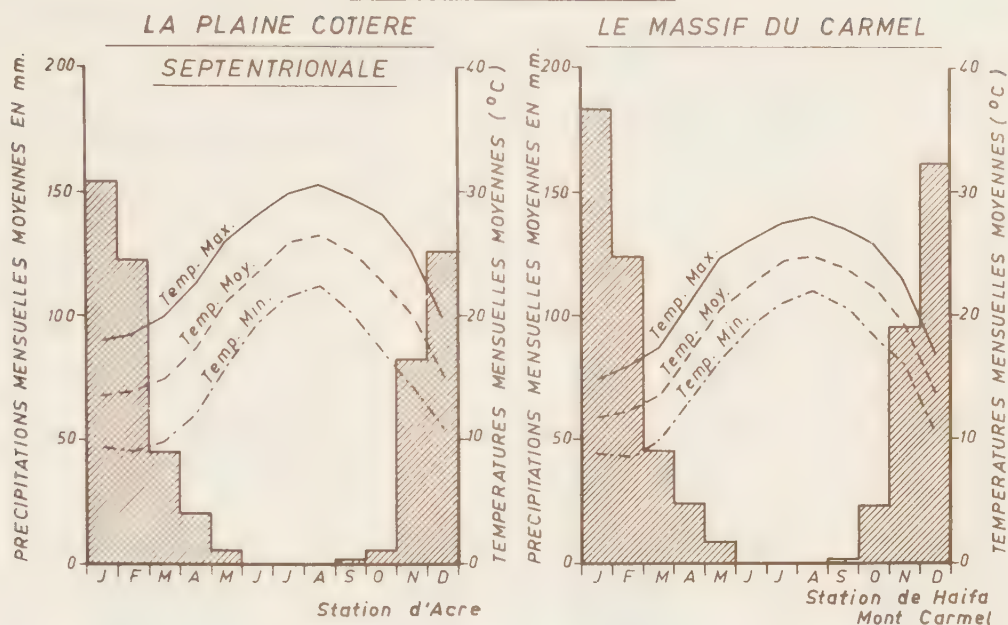
Précipitations
moyennes

	1901- 1930	1920- 1950
--	---------------	---------------

A. La Plaine Côtière		
1	Acre	①
2	Massif du Carmel	②
3	Natanya	③
4	Tel Aviv	④
5	Lydda	⑤
6	Gaza	⑥
B. Les Montagnes Centrales		
7	Mont Kenaan	⑦
8	Pieds du Mont Thabor	⑧
9	Jenin (Jordanie)	⑨
10	Ramallah (Jordanie)	⑩
11	Jérusalem	⑪
12	Beit Jamal	⑫
C. Les Vallées Intérieures		
13	Dafna	⑬
14	Tibériade	⑭
15	Ramat David	⑮
16	Pied du Mont Gilboa	⑯
17	Beit Shean	⑰
D. Le Néguev		
18	Rouhama	⑱
19	Beer Sheva	⑲
20	Jérico (Jordanie)	⑳
21	Eilat	㉑

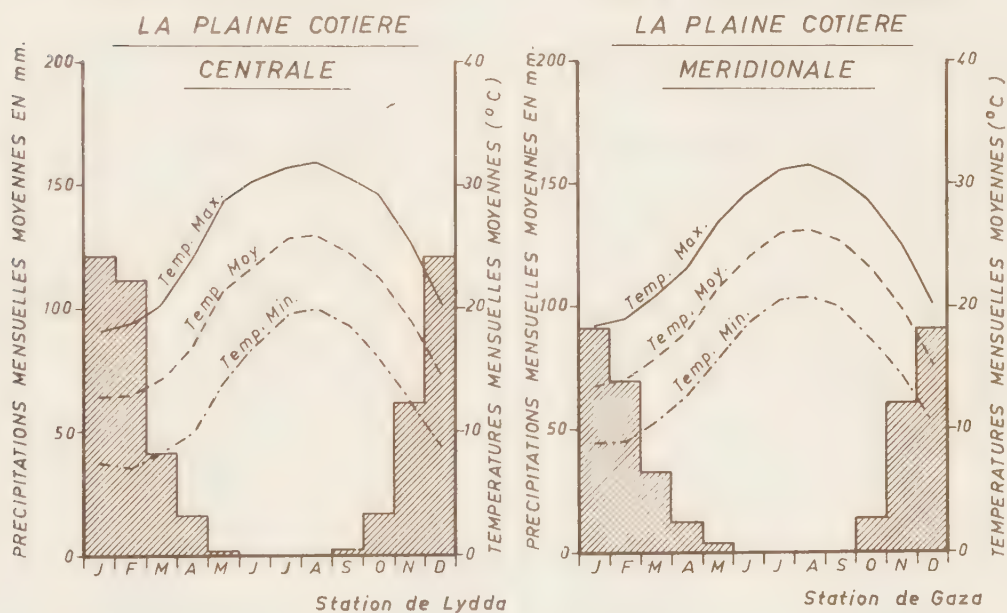


LA PLAINE COTIERE



P=557 P.Max.=837 P.Min.=315 J.P.=54
H.R.=67 R.=110 E.J.=5.4 N=3.8
T.A.=19.9 T.Max.=44.7 T.Min.=-0.5

P=661 P.Max.=916 P.Min.=383 J.P.=52
H.R.=69 R.=176 E.J.=4.7 N=3.8
T.A.=18.8 T.Max.=42.0 T.Min.=-3.0



P=496 P.Max.=748 P.Min.=286 J.P.=45
H.R.=64 R.=218 E.J.=5.0 N=3.5
T.A.=19.5 T.Max.=45.2 T.Min.=-2.5

P=376 P.Max.=810 P.Min.=105 J.P.=37
H.R.=70 R.=200 E.J.=4.4 N=2.7
T.A.=20.1 T.Max.=45.9 T.Min.=-2.0

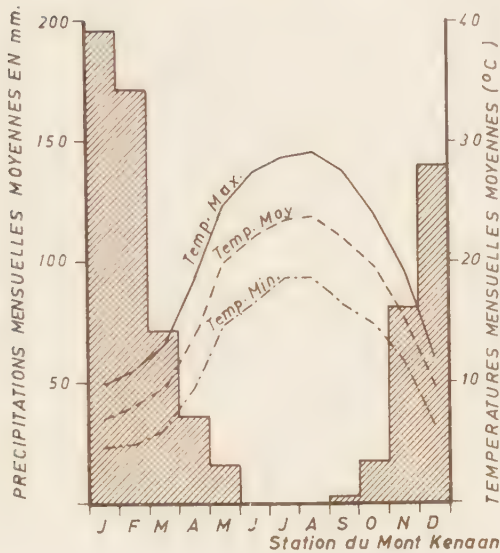
P.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES EN mm.
P.Max.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MAXIMA EN mm.
P.Min.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MINIMA EN mm.
J.P.=NOMBRE DE JOURS DE PLUIE,
ANNUEL MOYEN DE PLUS DE 1mm.
H.R.=HUMIDITE RELATIVE ANNUELLE MOYENNE EN %

R.=NOMBRE DE NUITS DE ROSEE ANNUEL MOYEN
E.J.=EVAPORATION JOURNALIERE ANNUELLE
MOYENNE (EVAPORIMETRE DE PICHE) EN mm.
N.=NEBULOSITE ANNUELLE MOYENNE (EN $\frac{1}{10}$)
T.A.=TEMPERATURE ANNUELLE MOYENNE (°C)
T.Max.=TEMPERATURE MAXIMA ABSOLUE (°C)
T.Min.=TEMPERATURE MINIMA ABSOLUE (°C)

Diagramme No. 3

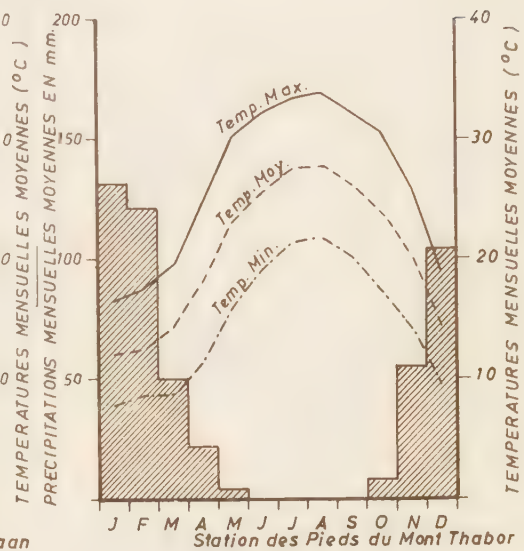
NORMES CLIMATOLOGIQUES LA CHAÎNE CENTRALE DE MONTAGNES

LA HAUTE GALILEE



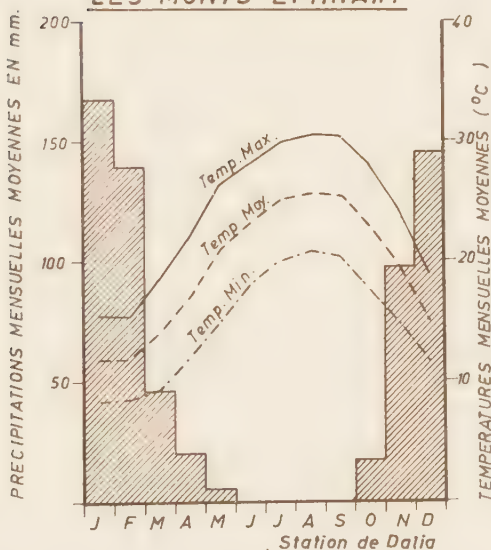
P=728 P.Max=1231 P.Min=565 J.P=61
H.R.=58 R.=142 E.J.=6.4 N.=3.4
T.A.=16.6 T.Max.=40.0 T.Min.= -9.0

LA BASSE GALILEE



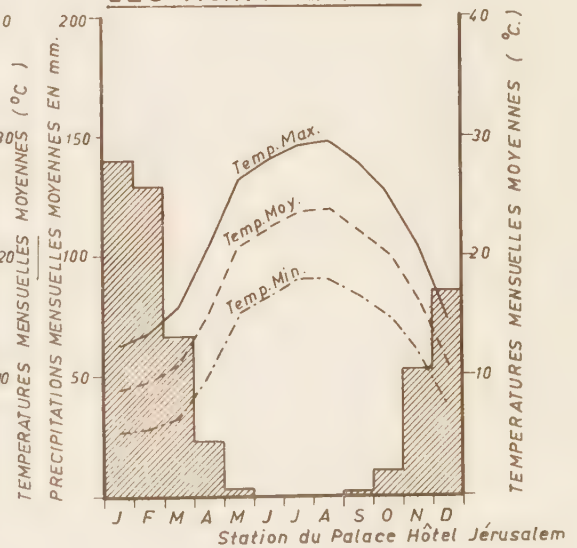
P=493 P.Max=828 P.Min=299 J.P=50
H.R.=59 E.J.=6.5 N.=2.9
T.A.=20.5 T.Max.=46.7 T.Min.= -5.4

LES MONTS EPHRAÏM



P=636 J.P=58 H.R.=62 R.=140 E.J.=4.5
N.=3.0 T.A.=19.3

LES MONTS DE JUDA

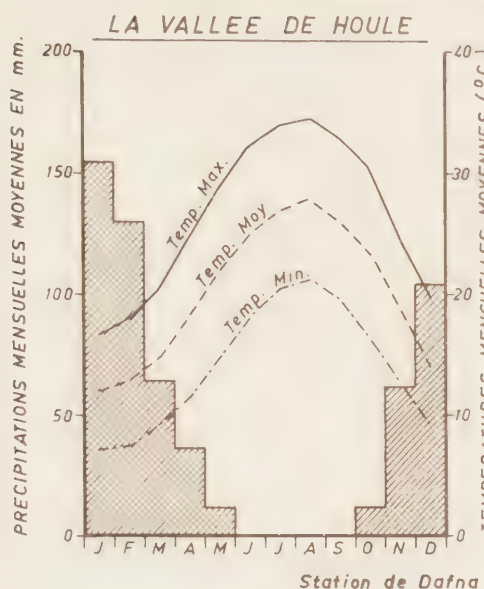


P=509 P.Max=1064 P.Min=261 J.P=44 H.R.=62
R=113 E.J.=4.5 N.=3.0 T.A.=17.1 T.Max.=44.4 T.Min.= -6.7

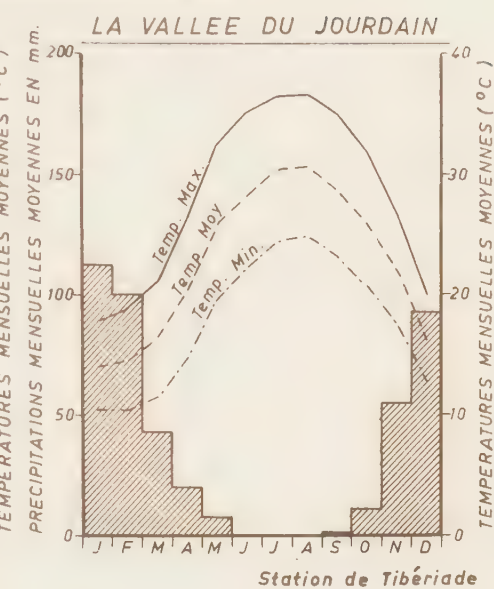
P.= PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES EN mm.
P.Max=PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MAXIMA EN mm.
P.Min=PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MINIMA EN mm.
J.P.=NOMBRE DE JOURS DE PLUIE,
ANNUEL MOYEN DE PLUS DE 1mm.
H.R.=HUMIDITÉ RELATIVE ANNUELLE MOYENNE EN %

R.=NOMBRE DE NUITS DE ROSEE ANNUEL MOYEN.
E.J.=EVAPORATION JOURNALIERE ANNUELLE
MOYENNE (EVAPORIMETRE DE PICHE) EN mm.
N.=NEBULOSITE ANNUELLE MOYENNE (EN $\frac{1}{10}$)
T.A.=TEMPERATURE ANNUELLE MOYENNE (°C)
T.Max=TEMPERATURE MAXIMA ABSOLUE (°C)
T.Min=TEMPERATURE MINIMA ABSOLUE (°C)

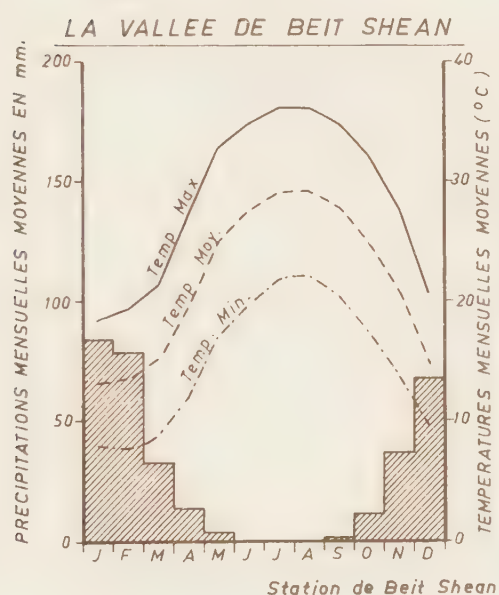
NORMES CLIMATOLOGIQUES LES VALLEES INTERIEURES



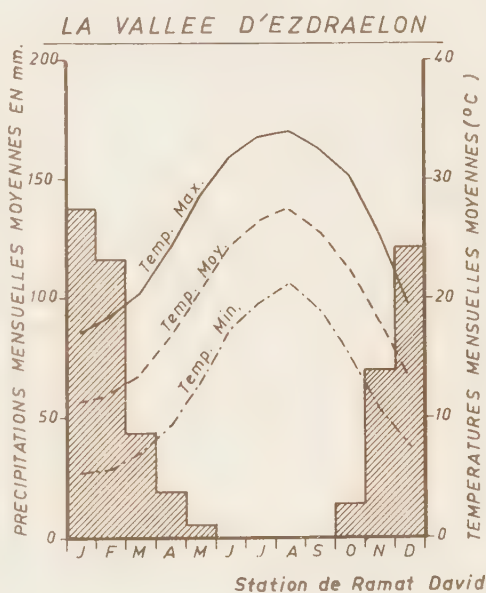
P=569 P.Max.=790 P.Min.=280 J.P.=60
H.R.=61 R.=220 E.J.=5.7 T.A.=20.2
T.Max.=43.1 T.Min.=-5.2



P=442 P.Max.=736 P.Min.=180 J.P.=48
H.R.=57 R.=200 E.J.=7.1 N.=3.0
T.A.=22.9 T.Max.=49.0 T.Min.=-3.3



P=320 P.Max.=528 P.Min.=149 J.P.=43
H.R.=58 R.=170 E.J.=6.0 N.=3.0
T.A.=21.7 T.Max.=48.0 T.Min.=-4.0

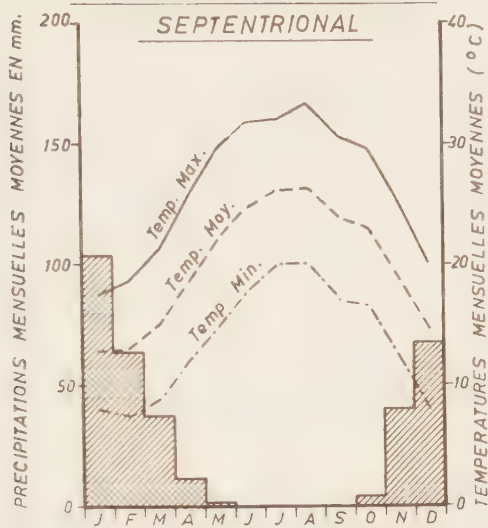


P=529 P.Max.=933 P.Min.=300 J.P.=53
H.R.=65 R.=244 E.J.=4.2 N.=3.0
T.A.=19.5 T.Max.=42.7 T.Min.=-11.5

P.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES EN mm.
P.Max.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MAXIMA EN mm.
P.Min.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MINIMA EN mm.
J.P.=NOMBRE DE JOURS DE PLUIE,
ANNUEL MOYEN DE PLUS DE 1mm.
H.R.=HUMIDITE RELATIVE ANNUELLE MOYENNE EN %

R.=NOMBRE DE NUITS DE ROSEE ANNUEL MOYEN
E.J.=EVAPORATION JOURNALIERE ANNUELLE
MOYENNE (EVAPORIMETRE DE PICHE) EN mm.
N.=NEBULOSITE ANNUELLE MOYENNE (EN 10)
T.A.=TEMPERATURE ANNUELLE MOYENNE (°C)
T.Max.=TEMPERATURE MAXIMA ABSOLUE (°C)
T.Min.=TEMPERATURE MINIMA ABSOLUE (°C)

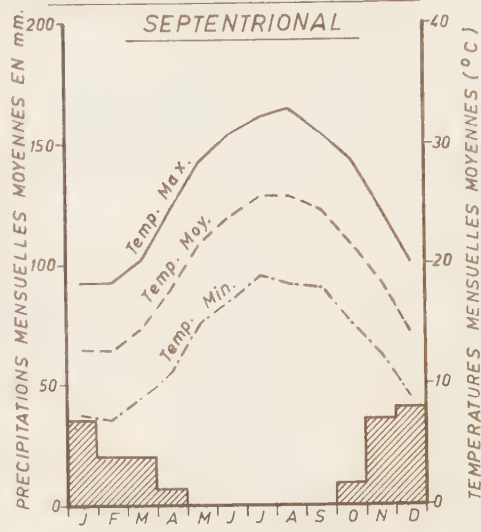
LE NORD-OUEST DU NEGUEV



Station de Rouhama

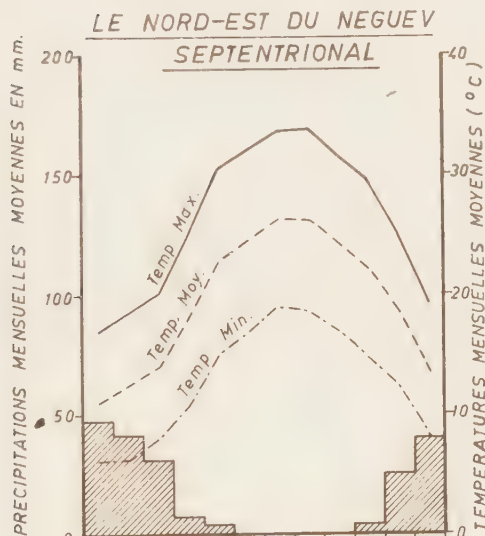
P.=329 P. Max.=578 P. Min.=128 J.P.=38
 H.R.=65 R.=163 E.J.=6.4 N.=2.5
 T.A.=19.9 T. Max.=44.0 T. Min.=-2.0

LE SUD-OUEST DU NEGUEV



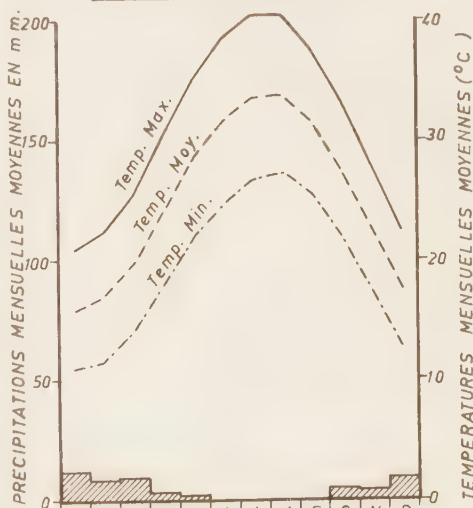
Station de Gvulot

P.=164 J.P.=24
 H.R.=72 R.=216 E.J.=4.9

LA VALLEE DE L'ARAVA
SEPTENTRIONALE

Station de Beer Sheva

P.=200 P. Max.=336 P. Min.=64 J.P.=28
 H.R.=58 R.=145 E.J.=6.4 N.=2.3
 T.A.=19.5 T. Max.=46.0 T. Min.=-5.0



Station de Sedom

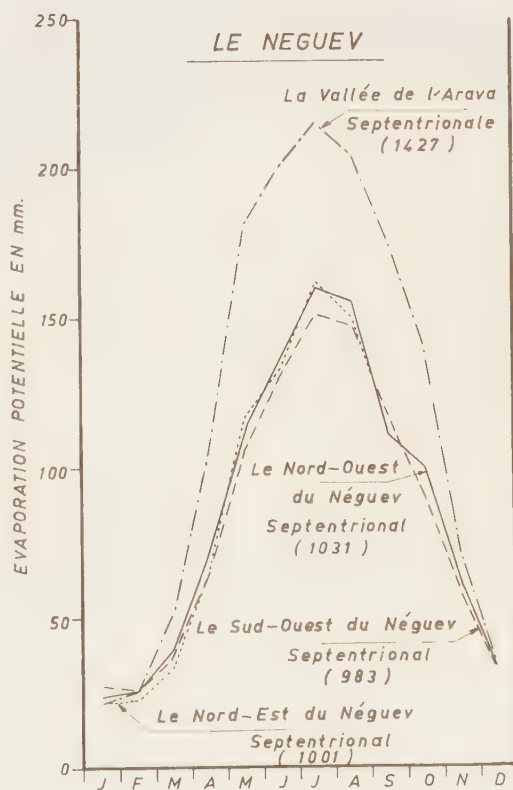
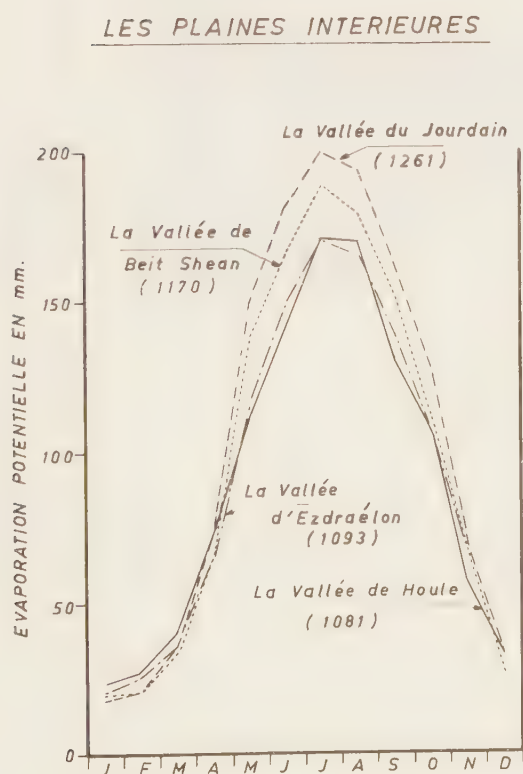
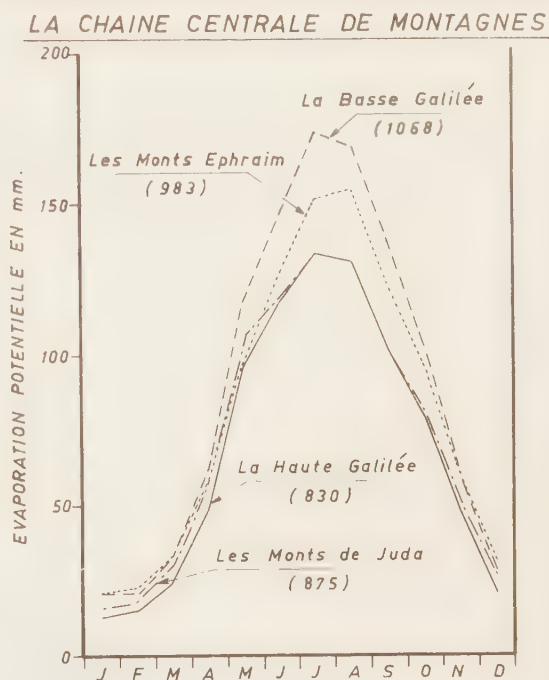
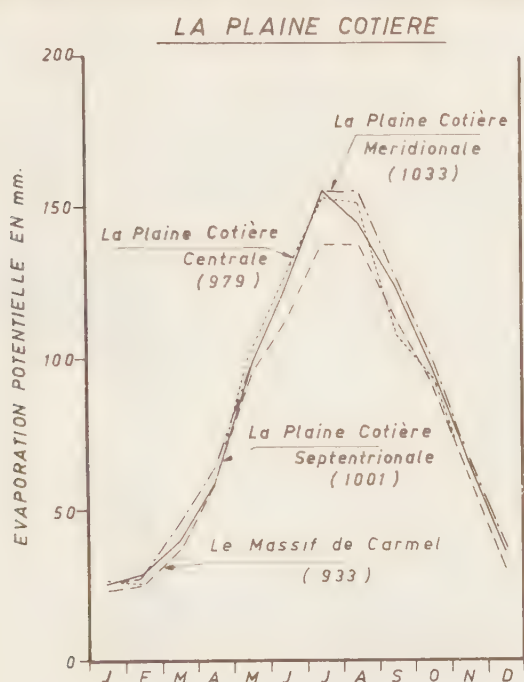
P.=51 P. Max.=138 P. Min.=19 J.P.=12
 H.R.=43 E.J.=10.7
 T.A.=25.3 T. Max.=48.8 T. Min.=-3.0

P.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES EN mm.
 P. Max.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MAXIMA EN mm.
 P. Min.=PRECIPITATIONS ANNUELLES MINIMA EN mm.
 J.P.=NOMBRE DE JOURS DE PLUIE,
 ANNUEL MOYEN DE PLUS DE 1 mm.
 H.R.=HUMIDITE RELATIVE ANNUELLE MOYENNE EN %

R.=NOMBRE DE NUITS DE ROSEE ANNUEL MOYEN
 E.J.=EVAPORATION JOURNALIERE ANNUELLE
 MOYENNE (EVAPORIMETRE DE PICHE) EN mm.
 N=NEBULOSITE ANNUELLE MOYENNE (EN $\frac{1}{10}$)
 T.A.=TEMPERATURE ANNUELLE MOYENNE (°C)
 T. Max.=TEMPERATURE MAXIMA ABSOLUE (°C)
 T. Min.=TEMPERATURE MINIMA ABSOLUE (°C)

EVAPORATION POTENTIELLE EN mm.

DES DIFFERENTES REGIONS ECOLOGIQUES D'ISRAEL (d'après la méthode de Thornwaite)



(LES CHIFFRES ENTRE PARENTHESES DONNENT L'ÉVAPORATION POTENTIELLE ANNUELLE TOTALE EN mm.)

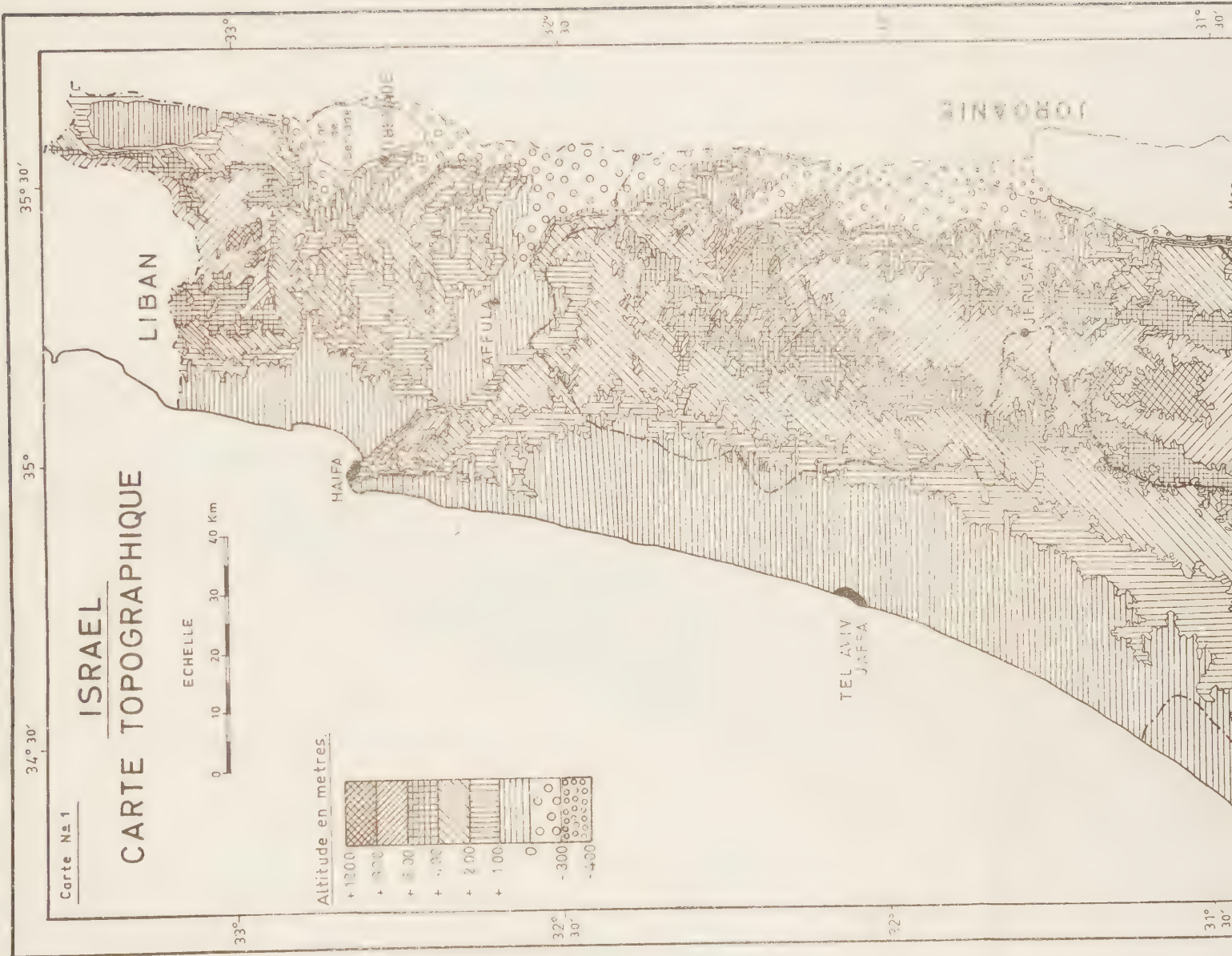
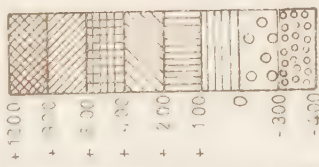
Carte No 1

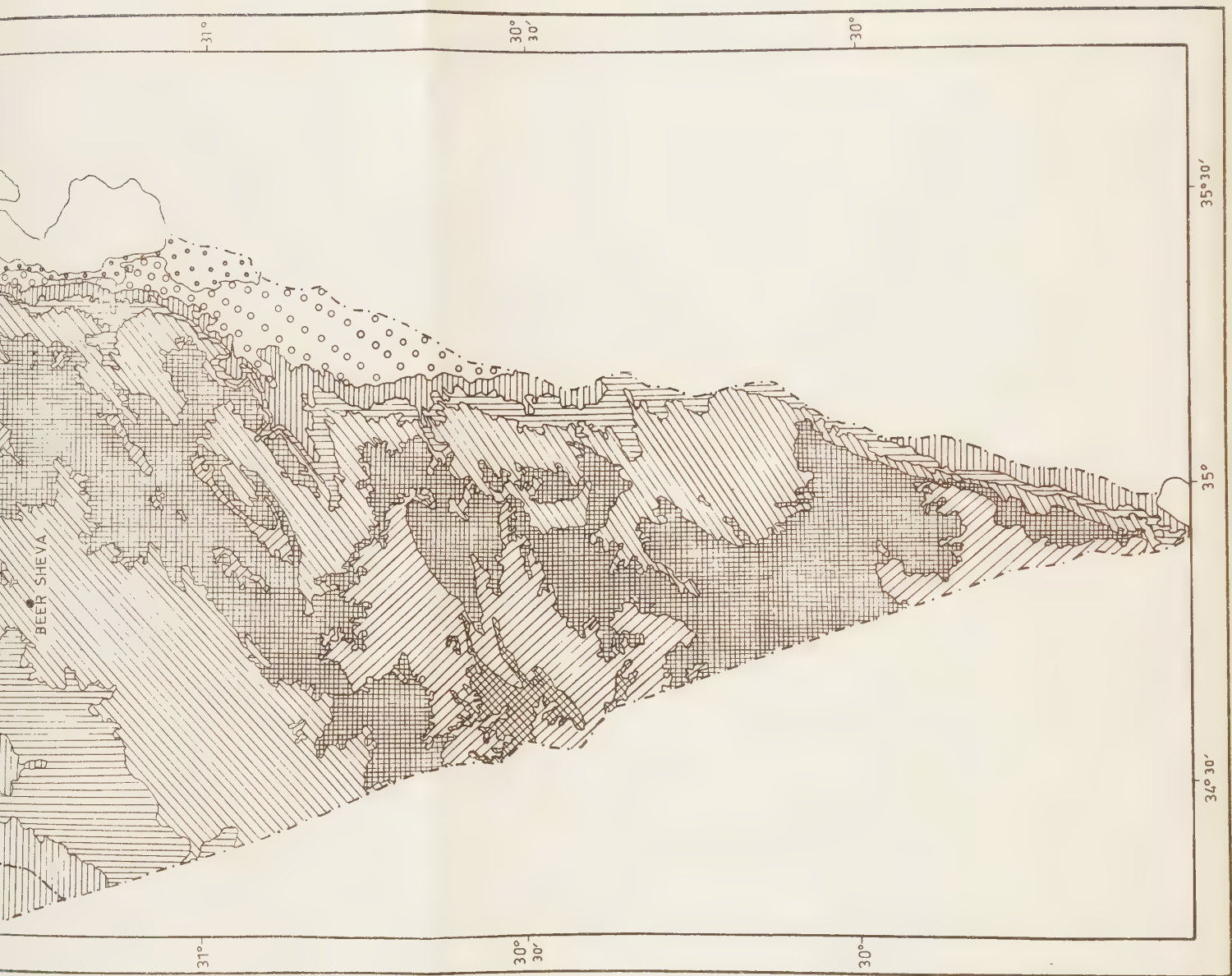
ISRAEL CARTE TOPOGRAPHIQUE

ECHELLE



Altitude en metres.



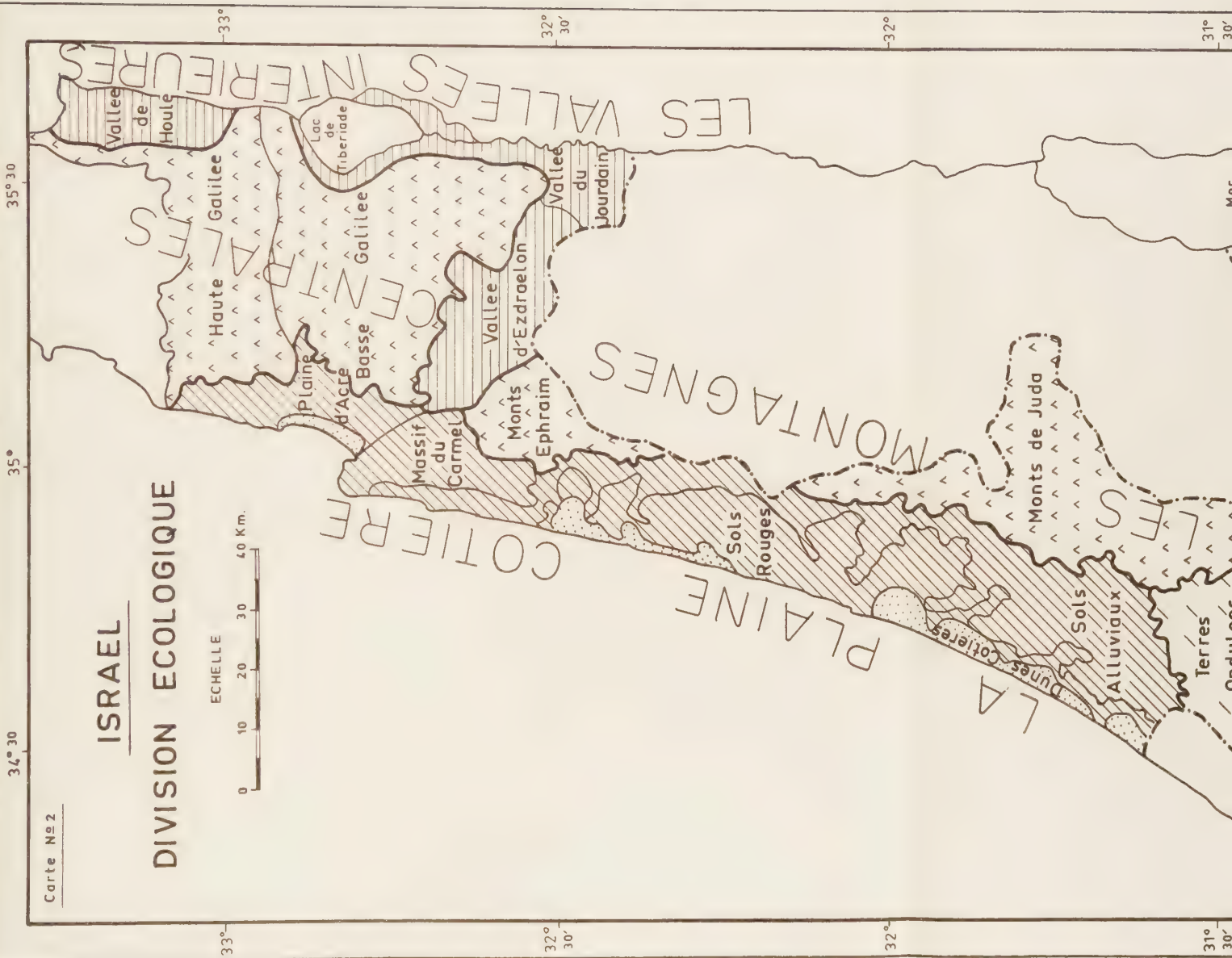
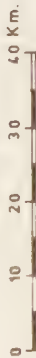


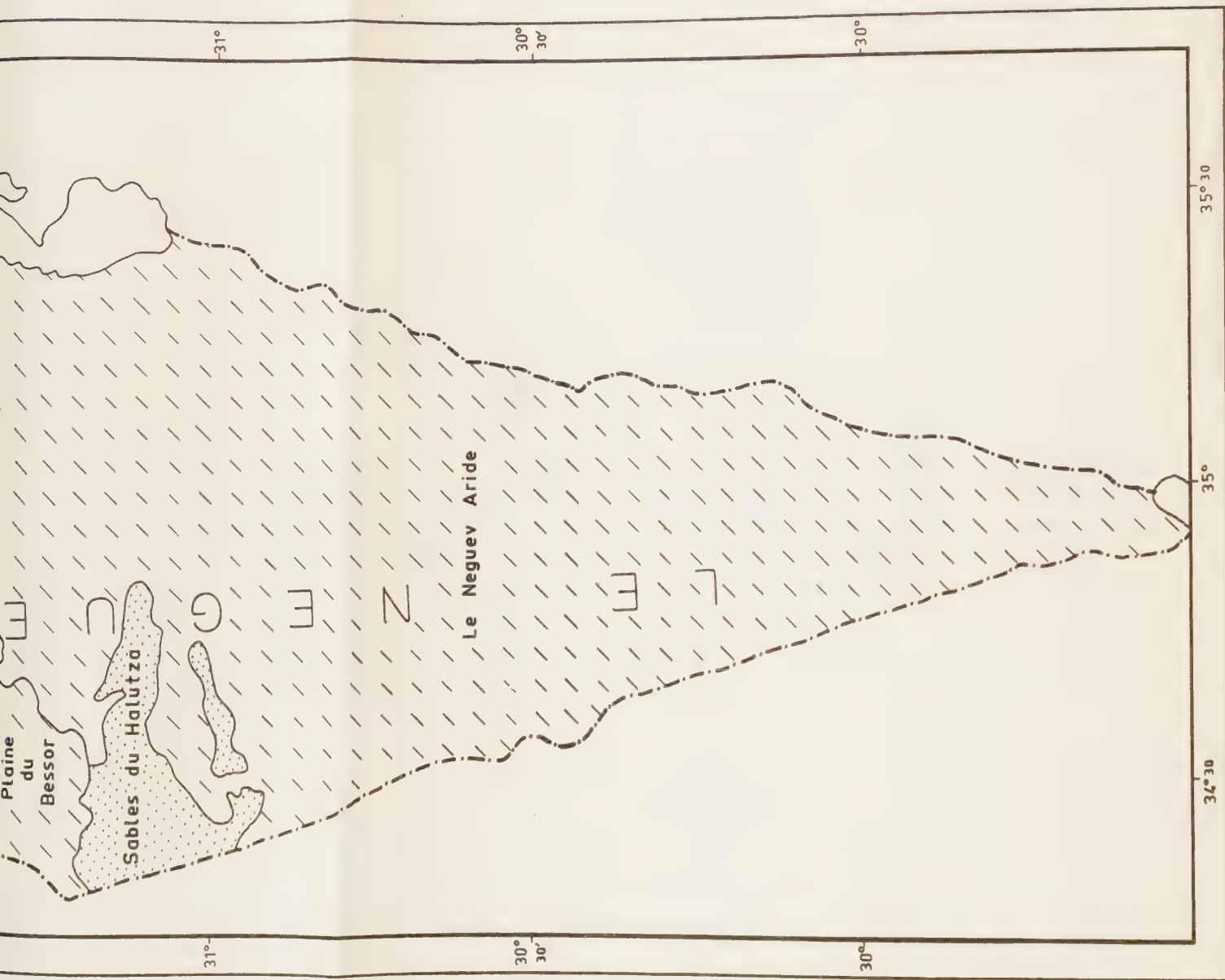
Carte N° 2

ISRAEL

DIVISION ECOLOGIQUE

ECHELLE







Carte No 3

ISRAEL BASSINS VERSANTS

(d'après le Service Hydrologique d'Israel)

ECHELLE

0 10 20 30 40 Km

34° 30'

35°

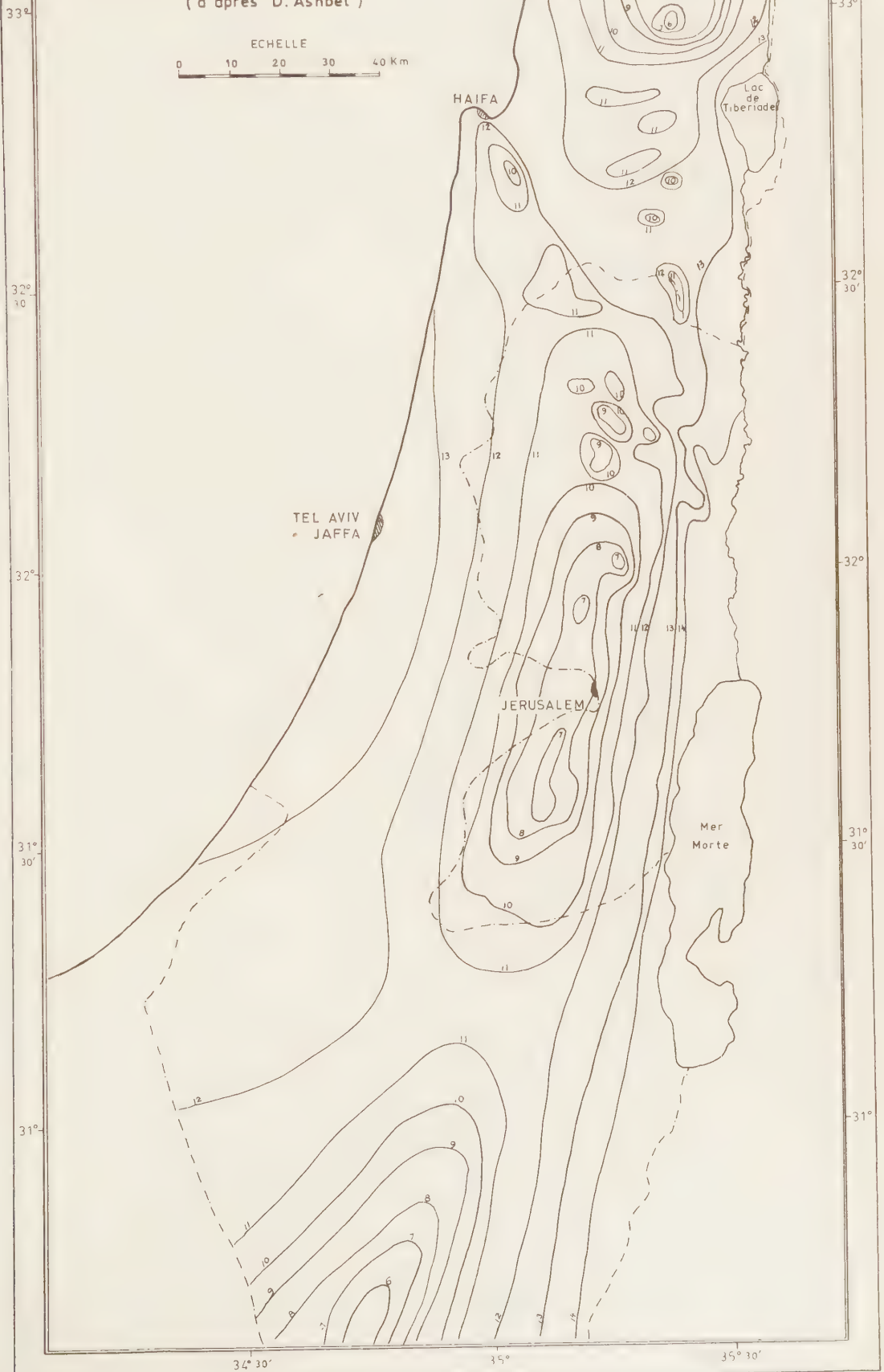
35° 30'

Carte № 4

ISRAEL
TEMPERATURES
MOYENNES DE JANVIER

(d'après D. Ashbel)

ECHELLE
0 10 20 30 40 Km



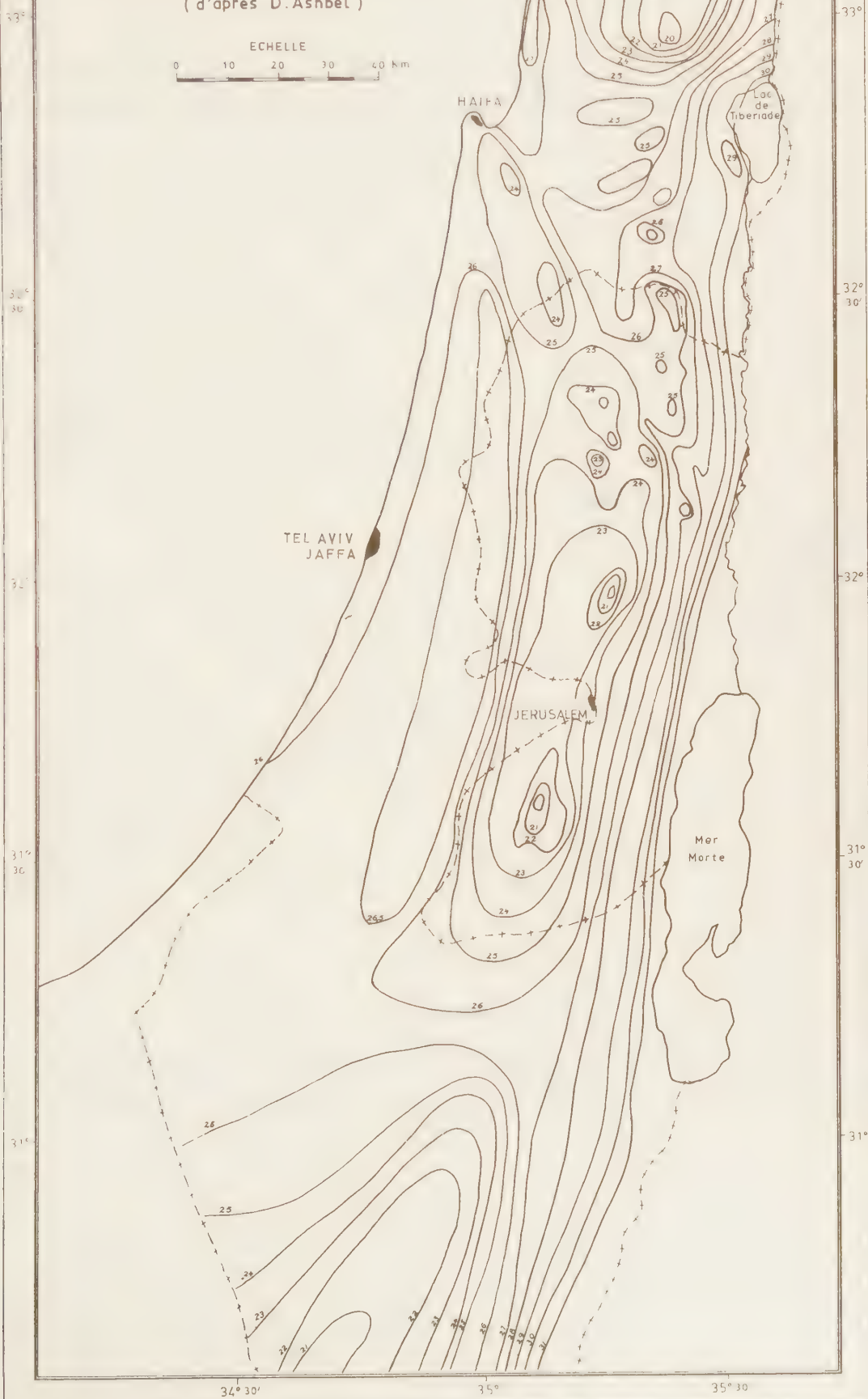
Carte No 5

ISRAEL

TEMPERATURES MOYENNES DE JUILLET

(d'après D. Ashbel)

ECHELLE
0 10 20 30 40 km



Carte N° 6

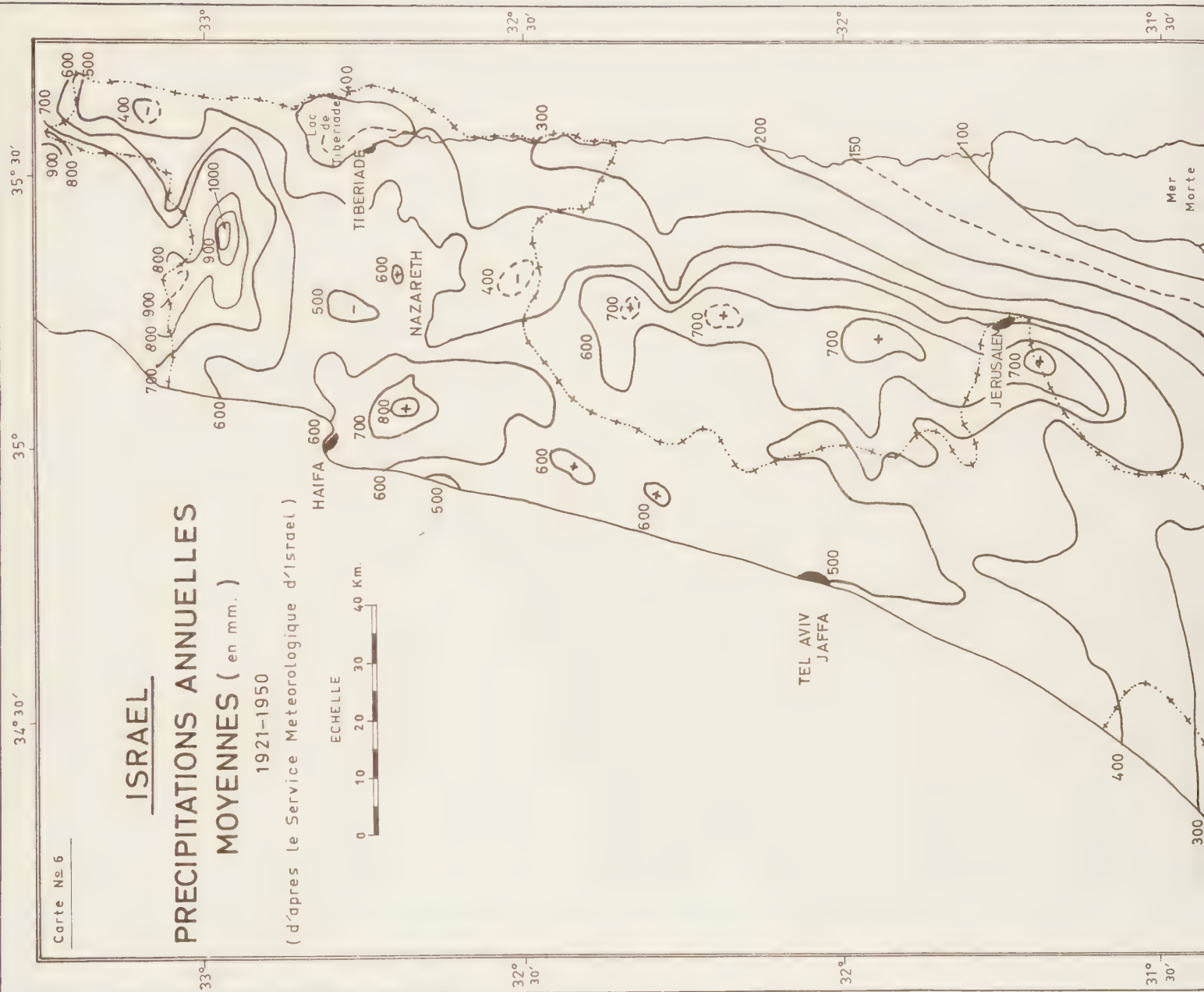
ISRAEL

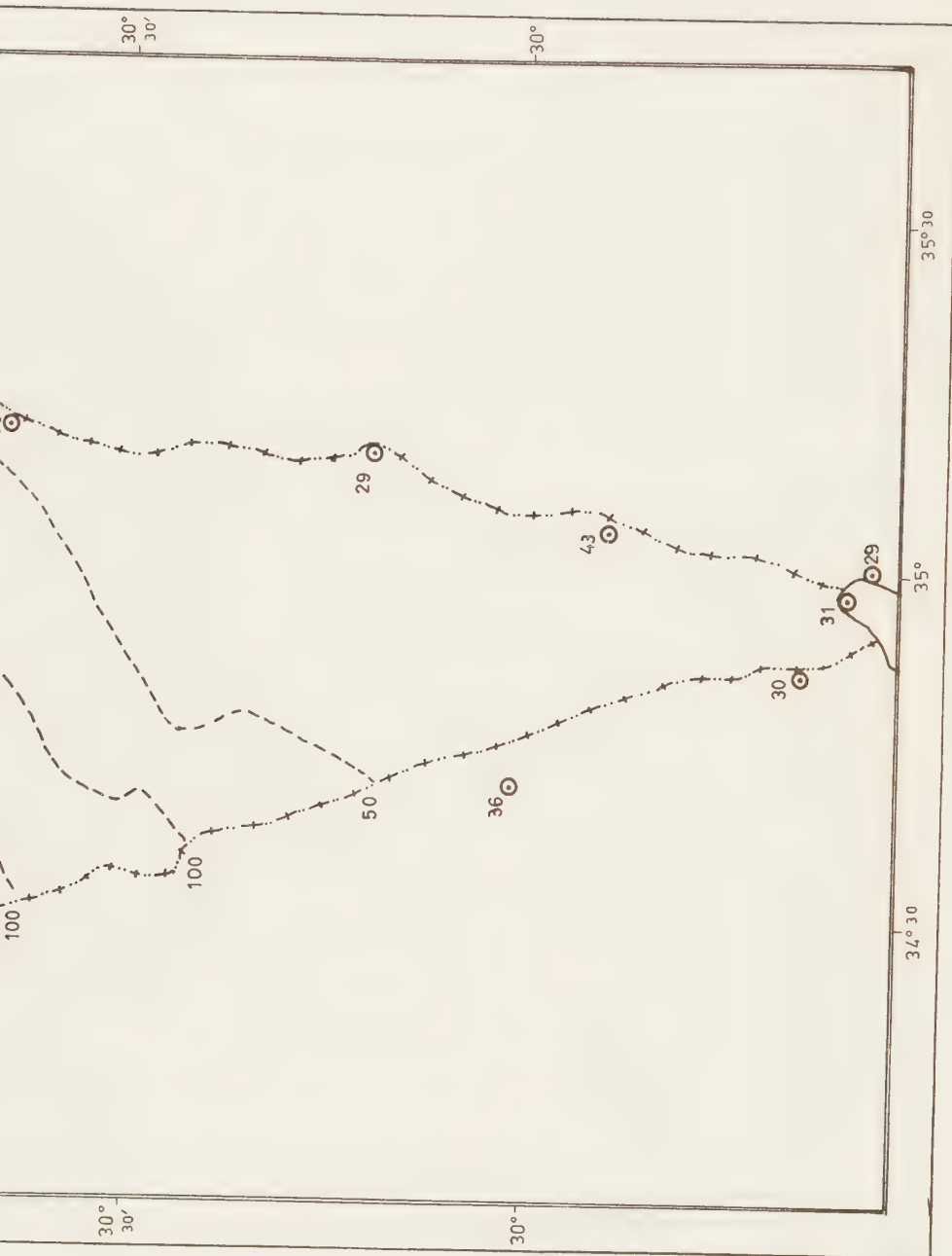
PRECIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES (en mm.)

1921-1950

(d'après le Service Meteorologique d'Israël)

ECHELLE





P.N. 449

Carte N° 7

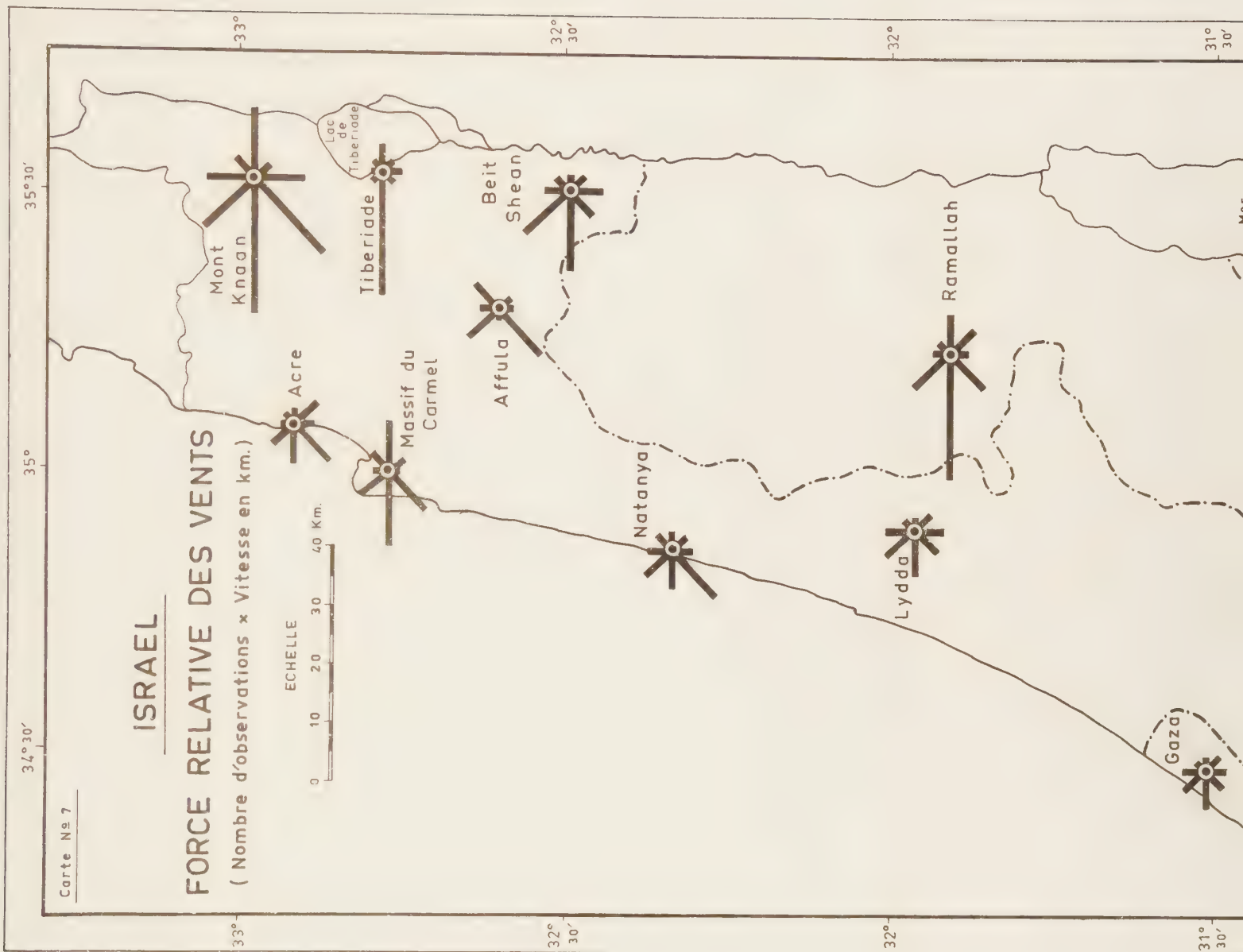
ISRAEL

FORCE RELATIVE DES VENTS

(Nombre d'observations x Vitesse en km.)

ECHELLE

0 10 20 30 40 Km.





34° 30'

35°

35° 30'

Carte No 8

ISRAEL

CARTE GEOLOGIQUE

(D'après Blake, Shaw, Dubertret)

ECHELLE

0 10 20 30 40 Km.

LEGENDE GEOLOGIQUE



Sable de dunes

Alluvium, Diluvium

Pleistocène, Pliocène

Miocène, Oligocène

Eocène

Senonien

Turonien-Cénomanién

Crétacé inférieur



Basaltes, Lits de cendres

Faille

TEL AVIV
JAFFA

JERUSALEM

Mer Morte

Lac
de
Tiberiade

33°

33°

32°
30'32°
30'

32°

32°

31°
30'31°
30'

34° 30'

35°

35° 30'

34° 30'

35°

35° 30'

Carte N° 9

ISRAEL

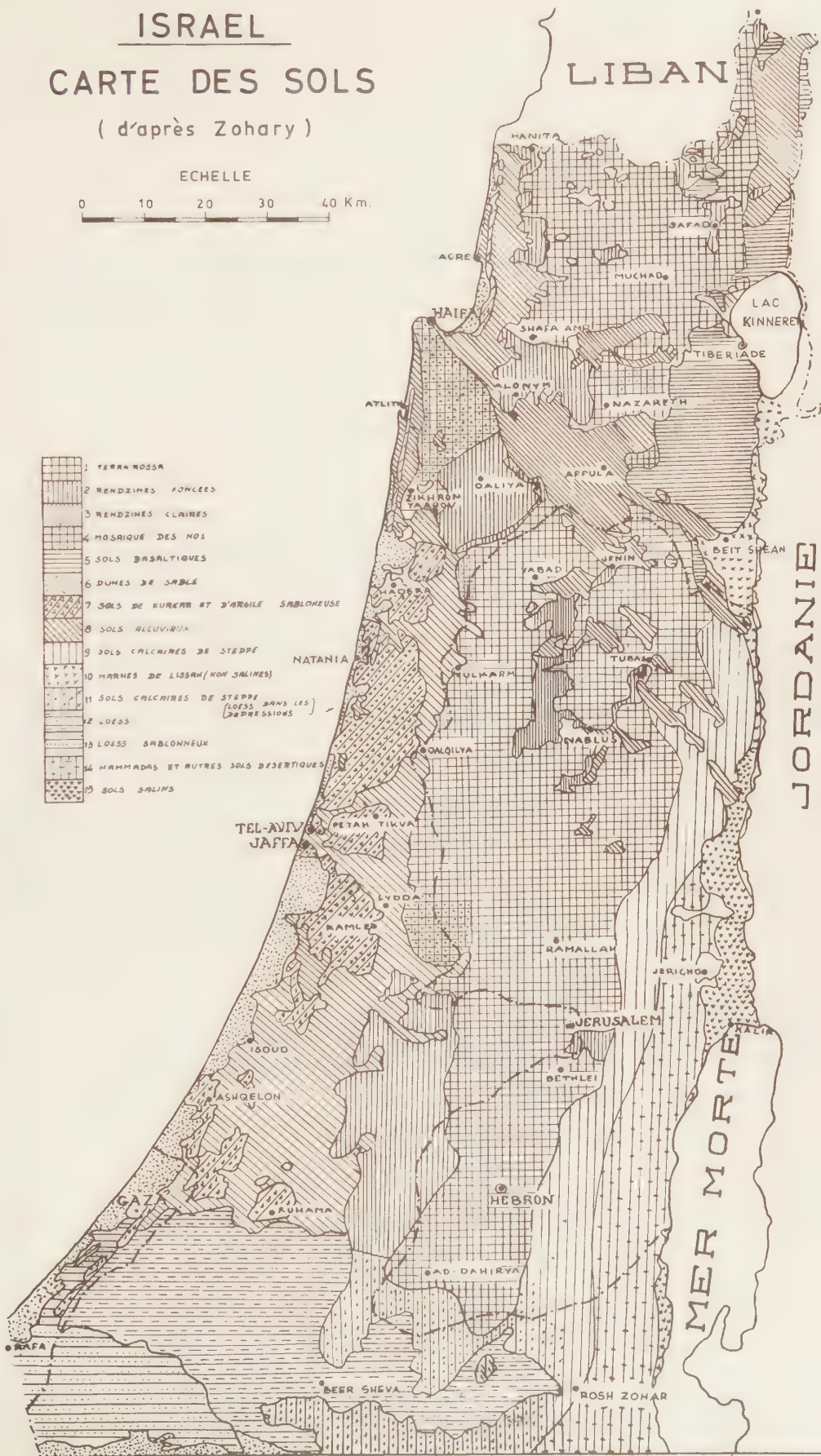
CARTE DES SOLS

(d'après Zohary)

ECHELLE

0 10 20 30 40 Km.

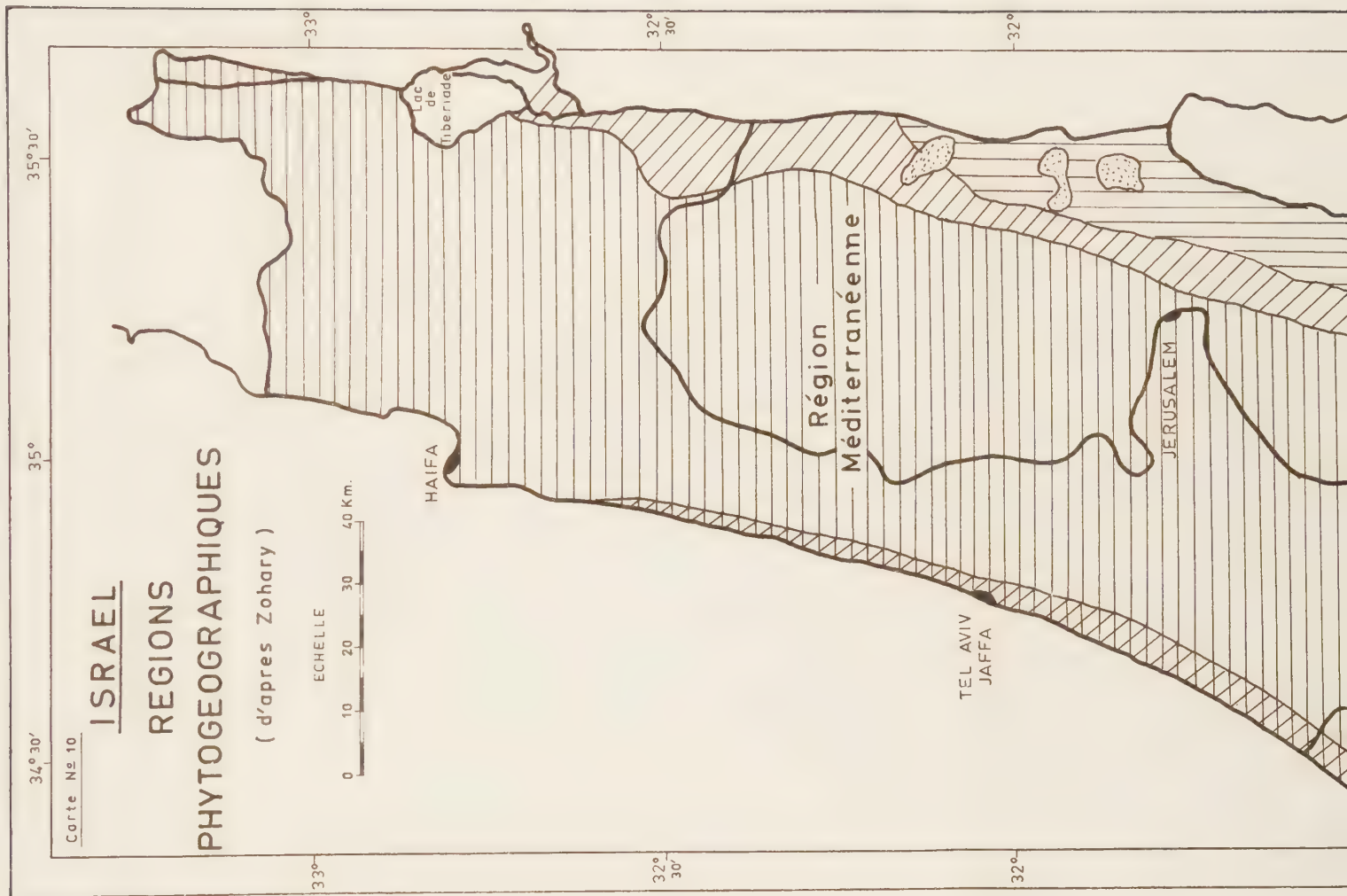
- | | |
|----|---|
| 1 | TERRAMOSSA |
| 2 | RENDZINES FONCEES |
| 3 | RENDZINES CLAIRES |
| 4 | MOSRIQUE DES SOLS |
| 5 | SOLS BASALTIQUES |
| 6 | DUMES DE SABLE |
| 7 | SOLS DE KURHAN ET D'ARGILE SABLONEUSE |
| 8 | SOLS ALLEUVIAUX |
| 9 | SOLS CALCAIRES DE STEPPE |
| 10 | HARNES DE LISSAN (NON SALINES) |
| 11 | SOLS CALCAIRES DE STEPPE (DANS LES DEPRESSIONS) |
| 12 | LOESS |
| 13 | LOESS SABLONNEUX |
| 14 | HAMMADAS ET AUTRES SOLS DESERTIQUES |
| 15 | SOLS SALINS |

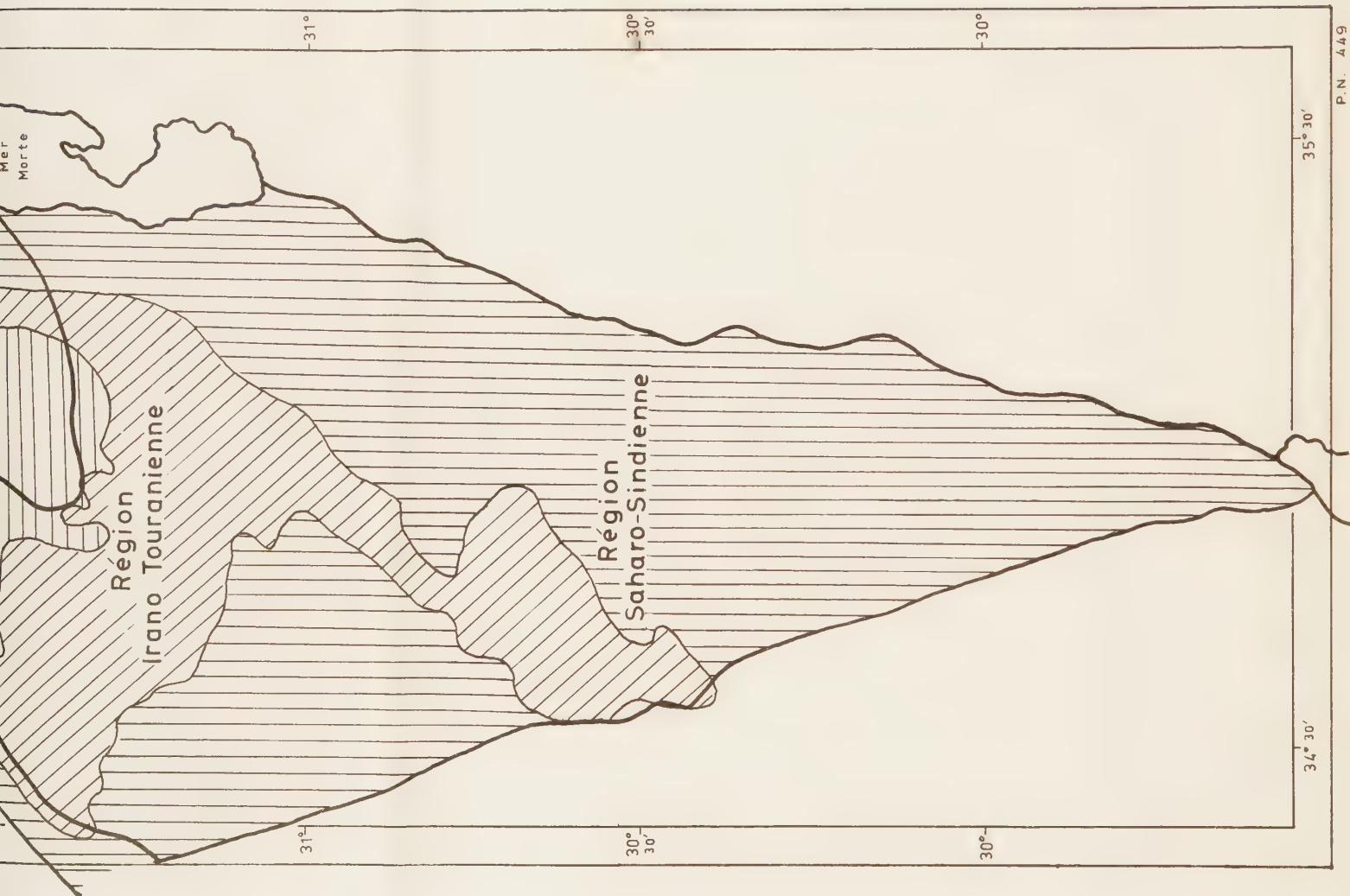


34° 30'

35°

35° 30'



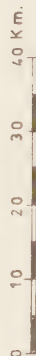


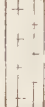
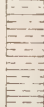
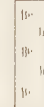
ISRAEL

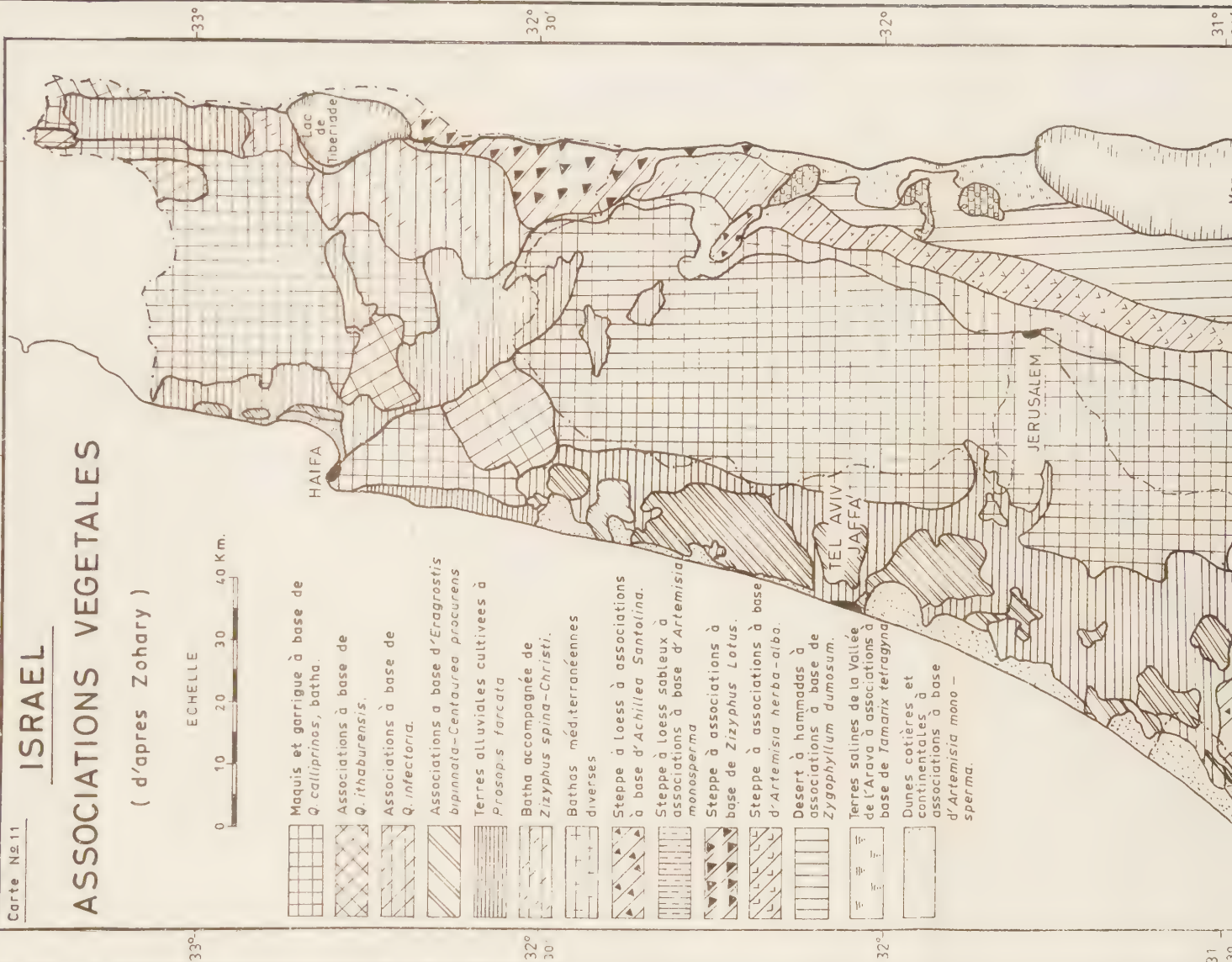
ASSOCIATIONS VEGETALES

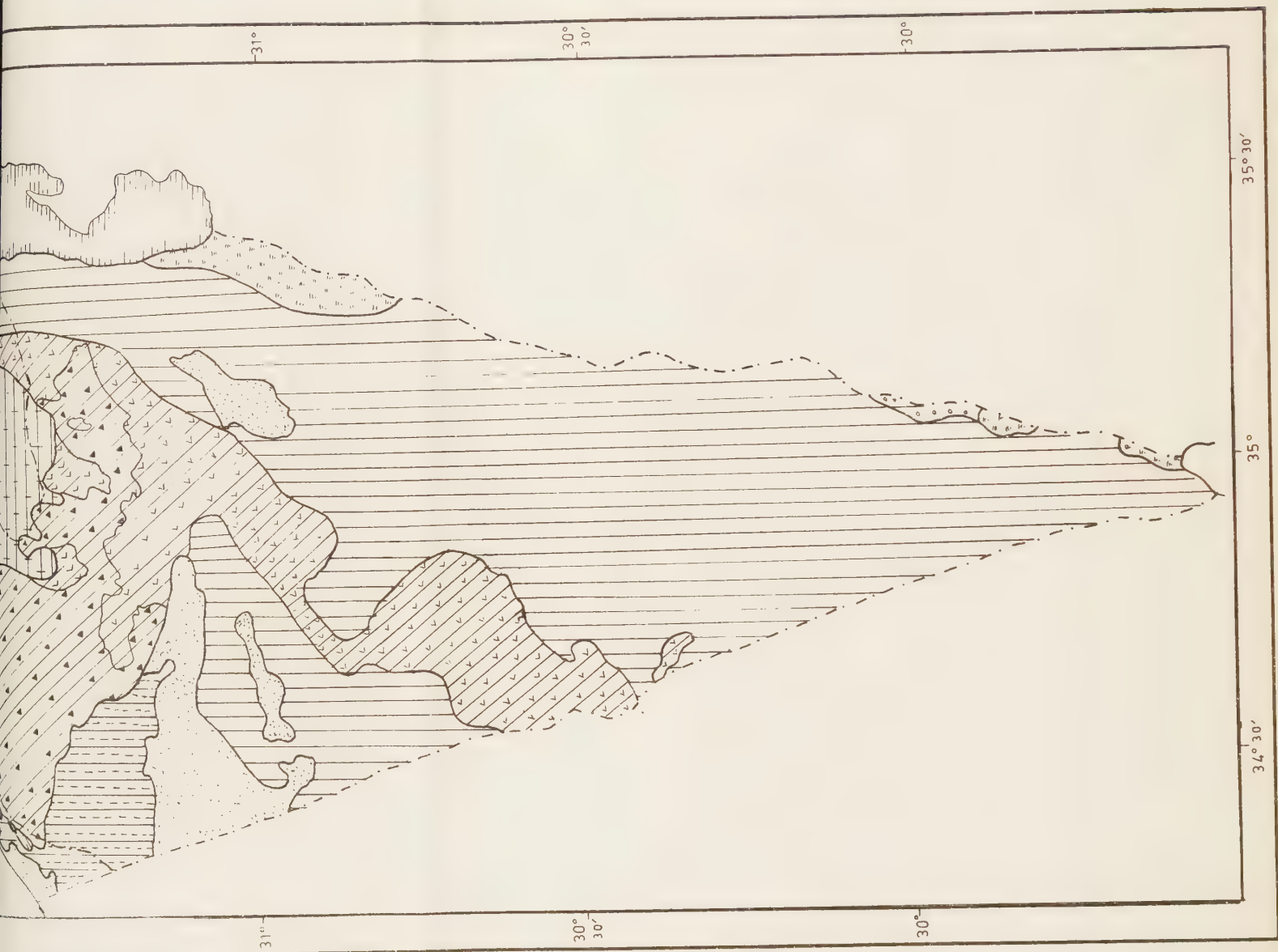
(d'après Zohary)

ECHELLE



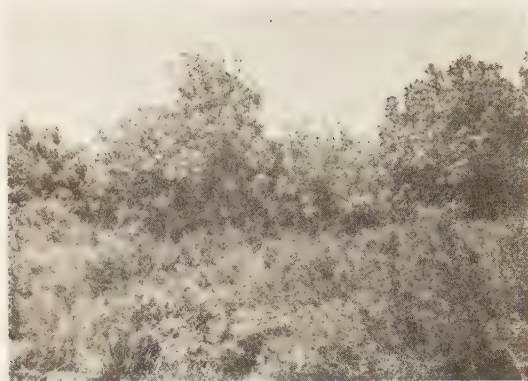
-  Maquis et garrigue à base de *Q. calliprinos*, batha.
-  Associations à base de *Q. ithaburensis*.
-  Associations à base de *Q. infectoria*.
-  Associations à base d'*Eragrostis bipinnata*-*Centaurea procurens*.
-  Terres alluviales cultivées à *Prosopis farcata*.
-  Batha accompagnée de *Zizyphus spina-Christi*.
-  Bathas méditerranéennes diverses.
-  Steppe à Loess à associations à base d'*Achillea Santolina*.
-  Steppe à Loess sableux à associations à base d'*Artemisia monosperma*.
-  Steppe à associations à base de *Zizyphus Lotus*.
-  Steppe à associations à base d'*Artemisia herba-alba*.
-  Desert à hammadas à associations à base de *Zygophyllum dumosum*.
-  Terres salines de la Vallée de l'Arava à associations à base de *Tamarix tetragyna*.
-  Dunes côtières et continentales à associations à base d'*Artemisia mono-sperma*.







PLAINE COTIERRE - Quercus ithaburensis dans une station naturelle sur terres rouges. (Photo 1958)



MONT MERON (Haute Galilée) - Maquis fermé à base de Q. calliprinos sur "terra rossa". (Photo 1961)



BASSE GALILEE - Garrigue sur "terra rossa" en train de se transformer en maquis. (Photo 1963)



MONT MERON (Haute Galilée) - La montagne s'est presque complètement recouverte d'un maquis touffu à base de Q. calliprinos. A ses pieds un peuplement artificiel de pins d'Alep et de Cypres. (Photo 1963)



MONT MERON (Haute Galilée) - Profil de tranchée montrant l'enracinement profond du Q. calliprinos dans les calcaires durs du Turonien-Cénomaniens.



BASSE GALILEE - Arbustes élagués de Q. calliprinos traités en vue de leur "amélioration". (Photo 1961)



MONT CARMEL - Station naturelle de pins d'Alep, en train de s'étendre. (Photo 1964)



BASSE GALILÉE - Station mélangée de pins d'Alep et de pins brutia. Noter la rectitude des troncs des pins brutia. (Photo 1964)



ENVIRONS DE NAZARETH (Basse Galilée) - Pins d'Alep de 30 ans sur "terra rossa". (Photo 1964)



MONTS DE JUDA - Plantation artificielle de pins d'Alep de 13 ans sur "terra rossa". (Photo 1963)



BEIT JANAI (Contreforts des Monts de Juda) - Plantation adulte de pins d'Alep sur calcaires éocènes. (Photo 1963)



ENVIRONS DE TIBERIADE (Basse Galilée) - Pins d'Alep et Cyprès sur terres basaltiques. (Photo 1964)



AHOZA (Mont Carmel) - Pins pignons servant comme arbres d'avenue. (Photo 1964)



MONT CARMEI - Pins pignons de 50 ans sur "terra rossa". Noter le faible développement des troncs. (Photo 1961)



IZOMET NEBON (Haute Galilée) - Pins pignons relativement bien développés dans un vallon alluvial. (Photo 1963)



NAZARETH (Basse Galilée) - Cyprès pyramidaux sur "terra rossa". (Photo 1963)



MONT DE JUDA - Cyprès pyramidaux dans une plantation de pins d'Alep sur roches du Turonien-Cénomanién. Noter le très faible développement par rapport aux pins. (Photo 1963)



MONT ELIKAIM - Allée de Cupressus sempervirens sur calcaires éocènes. Développement très satisfaisant. (Photo 1964)

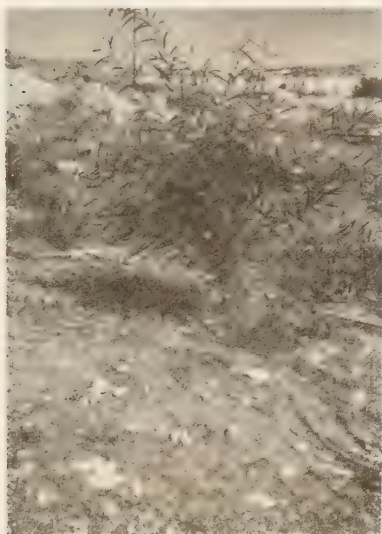
ET FIXATRICE DES SOLS



KPAR NETTER (Plaine Côtière) - Dunes fixées à l'acacia, protégeant la route Haifa-Tel Aviv. (Photo 1958)



TISHON LE ZION (Plaine Côtière) - Dunes fixées à l'acacia, protégeant des habitations. (Photo 1963)



JERUSALEM (Chaîne Centrale) - Jeune acacia d'un an dans un jardin sur "terra rossa". Noter la vigueur de la croissance. (Photo 1963)



ROUTE DE JERUSALEM (Chaîne Centrale) - Acacia adulte sur "terra rossa". (Photo 1963)



REGION D'ADOLAM (Chaîne Centrale) - Plantation d'acacia de 4 ans sur calcaires éocènes. (Photo 1963)



REGION DE TIGERIADE (Basse Galilée) - Acacias sur terres basaltiques. (Photo 1963)



MONTS DE JUDA - Peuplement mixte sur calcaire du Turonien-Génomannien d'E. camaldulensis et de Pinus halepensis. Noter le plus fort développement des eucalyptus. (Photo 1963)



VALLEE DES CONTREFORTS DES MONTS DE JUDA - Peuplement melangé d'E. gomphoccephala et d'E. camaldulensis sur terres alluviales. (Photo 1963)



PLAINE COTIERE - Plantation routiere d'E. camaldulensis de 11 ans à proximité de terres rouges irriguées. (Photo 1961)



PLAINE COTIERE - Fût d'E. camaldulensis de 11 ans, faisant partie d'une plantation routiere à proximité de terres rouges irriguées. (Photo 1961)



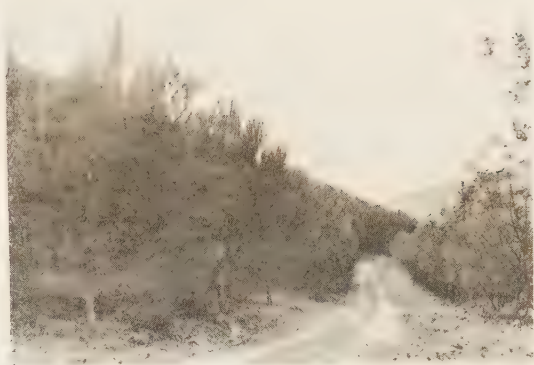
KPAR NETTER (Plaine Côtière) - Peuplement melangé d'E. camaldulensis et d'A. cyanophylla de 9 ans sur dunes côtières. Noter le très fort développement des eucalyptus. (Photo 1958)



VALLEE INFERIEURE DU JOURDAIN - Plantations d'E. camaldulensis et de Populus alba. (Photo 1958)



MONTES EPHRAÏM - Bande d'*E. gomphocephala*, servant de pare feu, entrecoupant un peuplement de pins d'Alep sur calcaires éocènes. Noter le très fort développement des eucalyptus. (Photo 1964)



MONTES EPHRAÏM - Chemin et plantation de caroubiers pouvant servir de base de lutte contre l'incendie, contigus à une plantation de pins d'Alep. (Photo 1964)



REGION D'ADOULAM (Chaîne Centrale) - Pare feu étroite coupant en plusieurs directions un jeune peuplement de pins d'Alep sur calcaires éocènes. (Photo 1963)



MONTES DE JUDA - Pare feu étroit coupant en ligne droite et le long de la plus forte pente un jeune peuplement de pins d'Alep sur "terra rossa". (Photo 1963)



DALIAÏ EL CARMEL (Massif du Carmel) - Garigue paturée pouvant servir de base pour la lutte contre l'incendie. Noter le manque complet de végétation entre les arbustes. (Photo Janvier 1964)



REGION D'ADOULAM (Chaîne Centrale) - Tour d'alerte contre l'incendie dominant un peuplement de pins d'Alep sur calcaires éocènes. (Photo 1963)

B I B L I O G R A P H I E

- AARONSOHN (A.). -Rapport, rédigé sur la demande du Gouverneur du Vilayet de Beyrout, sur l'état de déboisement de la Palestine et des mesures à prendre en vue du reboisement de ce pays. Ronéotypé, Haifa, 1913.
- ALON (M.). -Le traitement de la forêt naturelle (en hébreu). La-Yaaran, Juin 1957, pp. 20-23.
- AMIRAN (D.). -Problèmes de la colonisation agricole de la Galilée (en hébreu). Article du quotidien "Haaretz", Tel-Aviv, 15.11.1963.
- ASHBEL (D.). -Climatologie régionale d'Israël (en hébreu). Département de Météorologie de l'Université Hébraïque de Jérusalem, 1951.
- -Bio-Climatic Atlas of Israel and the Near East. Département de Météorologie de l'Université Hébraïque de Jérusalem, non daté.
- AVNIMELECH (M.). -Late quaternary sediments of the Coastal Plain of Israel. Bull. Res. Council of Israel, 1952, pp. 51-57.
- ATZMON (A.). -Projet de création d'une Société Gouvernementale pour des plantation de peupliers (en hébreu), Israël 1957.
- BLAKE (G.S.). -The stratigraphy of Palestine and its building stones. Government Printing and Stationery Office, Jerusalem, 1935.
- BLASS (C.). -Reboisement du Néguev (en hébreu). La-Yaaran, Février 1958, pp. 3-5.
- BLANCHER (G.). -Les espaces verts urbains, Revue de la Pollution Atmosphérique, 1963, pp. 333-345.
- BOLOTIN (N.). -Influence de la densité des plantations forestières sur le développement du pin d'Alep (en hébreu). La-Yaaran, Septembre 1961, pp. 14-20.

- BOUDY (P.). -Economie forestière Nord Africaine (4 volumes). Editions Larose, Paris, Tome I, 1948; Tome II, 1950; Tome III, 1956; Tome IV, 1956.
- BOYCO (H.). -On pasture problems in Palestine. Palest. J.Bot. Rehovot, 1945, pp. 52-58.
- -Ecological solutions of some hydrological and hydro-engineering problems. Ankara Symposium on Arid Zone Hydrology, UNESCO, Paris, 1953, pp. 247-254.
- BOYCO (H.), BOYCO (E.), TZURIEL (D.). -Ecology of sand dunes in Israel, Israel, 1957.
- BROCKOS (A.). -Réserves naturelles, parcs nationaux et régions protégées d'Israël, (en hébreu). Madah, 1957, No. 3-4, pp. 49-53.
- BROWN (T.W.). -Report on forestry and horticulture in Palestine. Special chapter in "A review of the agricultural situation in Palestine" Department of Agriculture and Fisheries, Palestine, 1922, pp. 7-16.
- CENTRAL BUREAU OF STATISTICS -Statistical Abstracts of Israel. Central Bureau of Statistics, Jerusalem, 1963.
- CHUDNOFF (M.). -Production of pine resin in Israel. La-Yaaran, November 1958, pp. 31-36.
- -A summary of some investigations on the physical and mechanical properties of Eucalyptus camaldulensis Dehn. Contribution on eucalyptus in Israel, National and University Institute of Agriculture and the J.N.F., 1961, pp. 31-39.
- -The physical and mechanical properties of Eucalyptus camaldulensis Dehn. The National and University Institute of Agriculture. Beit Dagan, 1961, pp. 31-39.
- -Resin tapping of Pinus halepensis Mill. by bark chipping and acid stimulation. La-Yaaran, 1962, pp. 117-127.
- CHUDNOFF (M.), TISCHLER (K.). -Fibres morphology of Eucalyptus camaldulensis Dehn. and the relation of wood anatomy to certain physical and mechanical properties. La-Yaaran, Suppl. No. 1, 1963.
- COLLOQUE DE HANOVERSH - MUNDEN -Eaux et régions boisées. Association Internationale d'Hydrologie Scientifique, Gentbrugge, Belgique, Publication 48, 1959.

- DAN (J.), and KOYUMDJISKY (C.) -Proposal for the classification of Israel soils. Agricultural Research Station. Institute of Soil Science, Beit Dagan, Special Bull. 24, 1959.
- DEPARTMENT OF AGRICULTURE AND FORESTS -Reports for the period 1927-1936. Government of Palestine, 1937.
- DEPARTMENT OF FORESTS -Reports for the period 1936-1947. Government of Palestine, 1947.
- DEPARTMENT OF FORESTS -Empire forests during the war 1939-1945. Palestine, Fifth Empire Forestry Conference, 1947.
- DEPARTMENT OF FORESTS -Sand dune fixation scheme, 1945, Forestry Department of the Palestine Government, 1945.
- DINOOR (A.). -The effect of Quercus ithaburensis on its herbaceous associates. Bull. Res. Council of Israel, 1962, pp. 1-16.
- DUCHAUFOR (P.). -Pedologie. Faculté des Sciences de Nancy. Institute Agricole. Non daté.
- -Note sur les sols méditerranéens. FAO, Rome, Docu. FAO/EFC/SCM, 1950.
- EIG (A.). -On the phytogeographical subdivision of Palestine. Palest. J. Bot. Jerusalem, 1938, pp.4-12.
- -The vegetation of the high soils belt of the Coastal Plain of Palestine. Palest. J. Bot. Jerusalem, 1939, pp. 255-308.
- -Synopsis of the phytosociological units of Palestine. Palest. J. Bot. Jerusalem 1946, pp. 183-246.
- EIG (A.), ZOHARI (M.), FEINBRUN (N.). -Flore d'Israël (en hébreu). Palest. J. Bot. Jerusalem, 1948.
- ENGUELTCHUK (M.). -L'amélioration de la forêt naturelle d'Elon (en hébreu). Hayaar, 1947, pp. 21-22.
- EVANS (J.), FARQUAR (J.D.). -Forestry in Palestine under the Mandate. Empire Forestry Review, 1948, pp.219-226.
- EVENARI (M.). -Ecological investigations in Palestine. On the vegetation of kurkar Hills. Bull. Res. Council of Israel, 1951, pp. 48-58.
- F.R. - Forests and water catchments with special reference to the North Temperature Zone. Forestry Abstracts, 1947, pp. 1-5.

- GIL (N.), ROSENSAFT (Z.). -Soils of Israel and their land use capabilities. State of Israel, Ministry of Agriculture, Soil Conservation Service, Hakirya, Publication 54, 1955.
- GILEAD (M.), MANE (A.), KATSNELSON (J.). -Le climat d'Israël (en hébreu). Ministère de l'Agriculture, Dept. des Publications Agricoles, Bull. 50, 1954.
- GINDEL (I.). -Afforestation of semi arid and arid areas in Palestine. Empire Forestry Review, 1946, pp. 213-221.
- -L'eucalyptus en Israël (en hébreu). Station de Recherches Agricoles, Rehovot, 1951.
- -La forêt et le reboisement d'Israël (en hébreu). Laboratoire de Recherches Forestières, Rehovot, 1952.
- -Ecological behaviour, growth and yield of the Aleppo pine (Pinus halepensis). Empire Forestry Review, 1955, pp. 369-383.
- -Acclimatation des plantes (en hébreu). Am Oved, Tel-Aviv, 1956.
- GOLDSCHMIDT (J.), ROSENAN (N.). -Conservation of nature versus conservation of water with special reference to limestone terrasses in semi arid countries. Bulletin de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique, 1958, pp. 31-34.
- GOOR (A.). -Les bosquets et les brise vent de la ferme (en hébreu). Hassadeh, 1943, pp. 136-137.
- -The Tiberias Special Area. Government of Palestine, Soil Conservation Board, Bull. 4, 1948.
- -Sand dune fixation in Palestine. Appendix 1 to the Annual Report of the Department of Forests of the Palestine Government, 1947.
- -Tree planting practice for arid areas. FAO Forestry Development Paper No. 6, FAO Rome, 1955.
- -Erosion control and afforestation of the Tiberias drainage bassin. 7th Technical Meeting of the International Union for the Conservation of Nature (Athens 1958), Bruxelles, 1920.

- GROUPE DE RECHERCHE -Travaux de l'Unité de Recherche du Service de la Conservation des Sols 1958-1961 (en hébreu). Ministère de l'Agriculture, Station de Recherche de l'érosion, Service de la Conservation des Sols, 1962.
- GUREVICH (D.), GERTZ (A.), ZANKER (A.). -Statistical handbook of Jewish Palestine. The Department of Statistics, The Jewish Agency for Palestine, Jerusalem, 1947.
- HETH (D.). -Eucalyptus introduction trials. The National University Institute of Agriculture, Forestry Division, Llanot, 1961.
- -Eucalyptus introduction trials in the Northern Negev. La-Yaaran, 1962, pp. 157-158.
- -Effect of windbreaks on potato yield at Nir Yitzhak. The National and University Institute of Agriculture, Forestry Division, Beit Dagan, 1962.
- HETH (D.), KARSCHON (R.). -Interception of rainfall by Eucalyptus camaldulensis Dehn. Contribution on eucalyptus in Israel. The National and University Institute of Agriculture and the J.N.F., 1963, pp. 7-12.
- HUGHES (J.F.). -The influence of forests on climate and water supply. Forestry Abstracts, 1949, pp. 145-153; 1950, pp. 283-292.
- ILAN (S.). -Possibilités de reboisement dans la Vallée de Houleh (en hébreu). La-Yaaran, Septembre 1954, pp. 18-19.
- -Plantation d'arbres forestiers dans les pâturages naturels (en hébreu). La-Yaaran, Février 1958, pp. 21-22.
- IONIDES (M.G.). -Report on the water resources of Transjordan and their development. The Crown Agents for the Colonies, London, 1939.
- IRMAY (S.). -Small watershed studies. Ford Foundation Sub-Project. Technion, Israel Institute of Technology, 1956.
- KAPLAN (J.). -Le bilan hydrologique de l'E.camaldulensis (en hébreu). Hayaar, 1951, pp. 29-30.
- -Tamarix in the afforestation of the Negev. La-Yaaran, June 1955, pp. 20-22.

- VI -

- -Ridge planting of eucalyptus in Southern Israel. Contribution on eucalyptus in Israel. The National and University Institute of Agriculture and the J.N.F., 1961, pp. 23-30
- KARSCHON (R.). -But et méthodes de reboisement en Israël (en hébreu). Hayaar, 1951, pp. 7-9.
- -Les choix des essences pour les reboisements en Israël. Schweitz. Z. Forstw., 1951, pp. 479-490.
- -La croissance de l'E. camaldulensis sur sols calcaires salins. FAO Joint Subcommittee Problems, Nice, Docum. FAO/SMC/EU/7-A, 1956.
- -General land use situation and present land use trends in Israel (Docum,) 6th session FAO Jt. Subcomm. Med. For. Probl. Madrid, 1958. No FAO/SCM/65-D, 1958.
- -Effects of spacing and irrigation on yield of eucalyptus and casuarina. La-Yaaran, December 1960, pp. 58-61.
- KARSCHON (R.), HETH (D.). -Wind speed, wind-borne salt and agricultural crops as affected by windbreaks. La-Yaaran, November 1958, pp. 38-42.
- KATSNELSON (J.). -Le climat du Néguev (en hébreu). Tevah Veaaretz, 1959, pp. 3-20
- -La sécheresse en Israël (en hébreu). La-Yaaran, Décembre 1960, pp. 12-16.
- KATSNELSON (I.). -La forêt et le pâturage naturel (en hébreu). La-Yaaran, Décembre 1960, pp. 45-47.
- KHAZANOFF (A.). -Le reboisement des dunes de Césarée (en hébreu). Hassadeh, 1955, pp. 567-570; 636-639.
- KITTREDGE (J.). -Forest influences. Mc-Graw Hill Book Co. Inc., 1948
- KOLAR (M.). -Influence of form of plantation on growth of Eucalyptus camaldulensis Dehn. Contribution on eucalyptus in Israel, The National and University Institute of Agriculture and the J.N.F., 1961, pp. 13-18.
- -Forest, land use and water conservation in the Menashe Hills. La-Yaaran, 1962, pp. 67-69.

-- -Financial and timber yields of Eucalyptus camaldulensis Dehn. over six rotations. Contribution on eucalyptus in Israel. The National and University Institute of Agriculture and the J.N.R., 1963, pp. 53-62.

-- -Tarifs de cubage du pin d'Alep (en hébreu). La-Yaaran, 1963, pp. 86-93.

KOLAR (M.), KAPLAN (J.). -Reconnaissance générale des forêts de pins d'Alep (en hébreu). Hayaar, 1955, pp.80-82.

KRINGOLD (D.B.). -Report to the Government of Israel on hydrological studies for small catchments. FAO/55/12/8973, Rome, 1955.

KURNHOLTZ-LORDAT (G.). -La sylva, le saltus et l'ager de garigue. Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier, 1945, pp. 1-83.

LEYTON (L.). -Land use, water and soil conservation. La-Yaaran, 1962, pp. 70-73.

LEWIN (M.) -L'eucalyptus d'Israël comme matière première de l'industrie de la cellulose (en hébreu). Hayaar, 1955, pp. 38-45.

-- -Forest products and agricultural residues as material for industry. Israel Economic Forum, Linking Agriculture with Industry, Part one, 1959, pp. 83-91.

LEWIN (M.), SHIMORAK (J.). -Chemical and technological research at the Institute for fibers and forest products. La-Yaaran, November 1958, pp. 30-31.

LORCH (J.). -Analysis of windbreak affects. Bull. Res. Counc. of Israel, 1958, pp. 211-220.

MAYERSON (S.). -Fixation et reboisement des sables de la Plaine Côtière (en hébreu). La-Yaaran, Mai 1961, pp. 17-19.

MAYTES (Z.). -Le Tamarix articulata au Néguev (en hébreu). Hayaar, 1947, pp. 23-27

METEOROLOGICAL SERVICE -Climatological normals. Part one. Series A, Meteorological notes No. 3. State of Israel, Jerusalem, 1952.

-- -Climatological data for the Negev.. Series A, Meteorological notes No. 4. State of Israel, Jerusalem, 1952.

-VIII-

- -Climatological normals, Part one, B. Temperature and relative humidity. Series A. Meteorological notes, No. 3 B. State of Israel, Jerusalem, 1961.
- METRO (A.E.). -Techniques de fixation et de mise en valeur des dunes du Littoral Atlantique Marocain. Annales de la Recherche Forestière au Maroc, Rabat, 1953, pp. 1-50.
- MIROV (N.T.) -Relationship between Pinus halepensis and other insigne pines of the mediterranean region. Bull. Res. Counc. of Israel, 1955, pp. 65-72.
- NAEGELI (W.). -Le problème de la protection contre les vents, son application en Israël. La-Yaaran, Février 1956, pp. 28-36.
- NAVE (Z.). -Le pâturage et la forêt (en hébreu). La-Yaaran, Janvier 1954, pp. 18-22.
- NAHAL (I.). -Le pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.). Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, No. 4, 1952.
- NEUMARK (S.). -The preservative treatment of round Eucalyptus camaldulensis (E. rostrata) poles in Israel by a modified Boucherie Process; its laws and applications. Forest Research Station, Ilanot., 1953, pp. 47-99.
- -Le peuplier noir du Chili et ses méthodes de propagation (en hébreu). Hassadeh, 1958, pp. 428-432.
- OPPENHEIMER (H.R.). -Etudes sur le développement des racines de quelques plantes méditerranéennes. Silva Mediterranea, 1935, pp. 142-161.
- -Etudes sur le problème de la reconstitution des chênaies en Palestine. Palest. J. Bot. Rehovot, 1940, pp. 105-143.
- -Studies on the water balance of irrigated woody plants. Palest. J. Bot. Rehovot, 1947, pp. 63-77.
- -The water turn-over of the Valonea Oak. Palest. J. Bot. Rehovot, 1949, pp. 177-179.
- -Summer drought and water balance of plants growing in the Near East, Journal of Ecology, 1951, pp. 356-362.

- -An experimental study on ecological relationships and water expenses of mediterranean forest vegetation. Palest. J. Bot. Rehovot, 1953, pp. 103-124.
- -Pénétration active des racines de buissons méditerranéens dans les roches calcaires. Bull. Res. Counc. of Israel, 1956, pp. 219-224.
- -Further observations on roots penetrating into rocks and their structure. Bull. Res. Counc. of Israel, 1957, pp. 18-30.
- -Review of research in Israel on plant-water relations. Indian Journal of Plant Physiology, 1961, pp. 1-10.
- ORSHAN (G.). -A vegetation map of the sand dunes in the Southern Acre Plain. Israel Exploration Journal, 1953, pp. 10-17
- PAPORISH (I.). -Géographie physique d'Israël (en hébreu). Editions Chachik, Tel-Aviv, 1959.
- PEREIRA (H.). -An outline of experimental procedure to determine differences in water use between forest shrubs and pasture on hill catchments in Israel. Soil Erosion Experimental Station, Emek Hefer, 1960.
- -Water use of vegetation on previous limestone catchment areas (2nd progree report). Soil Erosion Experimental Station, Emek Hefer, 1960.
- -Sylviculture (3 Vol.); Editions de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 1954; 1958.
- de PHILIPPIS (A.). -Note forestali di un viaggio in Palestina, Alpe, 1936, pp. 221-230.
- -Sur le reboisement d'Eretz Israël (en hébreu). Hassadeh, 1937, pp. 82-84.
- -Impressions et commentaires sur le reboisement d'Eretz Israël (en hébreu). Hayaar, 1947, pp. 1-4
- -Gemmages et possibilités d'exploitaton du pin d'Alep en Israël (en hébreu). Hayaar, Israël, 1951, pp. 26-28.
- -Reboisement et recherche forestière dans l'Etat d'Israël. Schweitz. Z. Forstw., 1951, pp. 97-107.

- PICARD (L.). -Structure and evolution of Palestine with comparative notes on neighbouring countries. Bull. Geol. Dpt. Univ. Jerusalem; 1943, pp.1-187.
- POLJAKOFF (A.). -Ecological investigations in Palestine - The water balance of some mediterranean trees. Palest. J. Bot. Jerusalem, 1945, pp. 138-150.
- POURTET (J.). -Les repeuplements artificiels. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 1946.
- -Cours de Repeuplements Artificiels professé à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy. Manuscrit, 1949.
- -La culture du Peuplier (2ème édition). J.B. Ballière et Fils, Paris, 1961.
- POURTET(J.), et TURPIN (P.). -L'experimentation systématique des peupliers en France. Actes du 6ème Congrès International du Peuplier. Direction Générale des Eaux et Forêts, Paris 1957, pp. 289-299.
- PRAX (J.). -Le rétablissement de l'équilibre agro-sylvo-pastoral et la mise en valeur forestière du bassin supérieur de l'Agout. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, 1951, pp. 465-524.
- RAPOPORT (Z.). -Elargissement planifié des plantations fruitières (en hébreu). Ministère de l'Agriculture, Dept. des Plantations Fruitières, 1953.
- RAVIKOVITCH (S.). -Les sols éoliens du Néguev Septentrional (en hébreu, résumé en anglais). Ktavim, Rehovot, 1952, pp. 1-52.
- -Soils of Israel. Classification of the soils of Israel. Faculty of Agriculture, Hebrew University Rehovot, 1960.
- RAVIKOVITCH (S.), PINES(F.). -Les sols de montagne d'Israël (en hébreu). Hayaar, Israël, 1955, pp. 59-63.
- RAVIKOVITCH (S.), RAMATI (B.). -The utilisation of shifting sands for agricultural purposes and the changes brought about in them by cultivated plants. Ktavim, Rehovot, 1957, pp. 73-93.
- REIFENBERG (A.). -The soils of Palestine. Thomas Murby and Co., London, 1947.

- -Mediterranean red soils in soil classification schemes. Comm. Bureau of Soil Science Technique, 1949, pp. 1-4.

REVUE FORESTIERE FRANCAISE -Numéro spécial consacré au problème de l'équilibre agro-sylvo-pastoral. Revue Forestière Française, 1954, pp. 717-842.

RICH (L.). -Forest and Range Vegetation, consumptive use of water - A Symposium. American Society of Civil Engineers. Transactions, 1952, pp. 974-990.

ROSENAN (N.) -The measurment of the evaporative power in Israel, Meteorological Service. Meteorological Notes No.1 (Series A), 1951.

-- -Climatological Normals - Winds. Meteorological Service of Israel, Meteorological Notes No.15, 1956.

ROSENAN (N.), SHOR (Z.). -Small watershed studies. A report for Ford Foundation Project E-2. Period 1958/59 - 1960/61, 1962.

ROSENAN (N.), SHOR (Z.). -Mesure de l'évaporation par la méthode Piche (en hébreu). Service Météorologique, Notes Météorologiques No.12, 1951

RUTKOVSKI (V.I.). -Division régionale forestière hydroclimatique de l'U.R.S.S. (en russe). Voprosii Idrologia. Izdatestvo Moskovaskovo Ouniversiteta, 1957.

SALISBURY (E.). -Downs and dunes, their plant life and its environment. G. Bell and Sons, Ltd. London, 1952.

SALTIEL (M.). -Vergers à graines forestières (en hébreu). La-Yaaran, Juillet 1952, pp. 71-73.

-- -Influence de la forêt sur la diminution du régime des eaux souterraines (Manuscrit hébreu). Water Planning for Israel, Ltd., Tel-Aviv, 1959.

-- -Sand dune stabilisation for the protection of engineering structures, Water Planning for Israel, Ltd., Tel-Aviv, 1963.

SALTIEL (M.), CASPI (B.). -L'influence de la sécheresse sur la consommation de l'eau en 1958 (en hébreu). Water Planning for Israel, Ltd., Tel-Aviv, 1959.

SERVICE DE LA CONSERVATION DES SOLS - Reconnaissance générale du pâturage naturel, (en hébreu), Ministère de l'Agriculture. Service de la Conservation des Sols, 1955.

- SERVICE METEOROLOGIQUE -Livres du 10ème anniversaire (en hébreu).
Etat d'Israël, Ministère des Transports, 1958.
- SHAHORI (A.). -Differences of water yields between forested areas and grazed areas. Soil Conservation Division, Ministry of Agriculture, Israel, 1961.
- SHAHORI (A.), LEVANI (X.), MICHAELI (A.). -Rendements en eau de la végétation arbustive et herbacée. Revue de littérature (en hébreu). Ministère de l'Agriculture, Service de la Conservation des Sols, 1960.
- SHALEM (N.). -Les inondations de la région occidentale du Lac de Tibériade (en hébreu) Hatevah Veaaetz, Palestine, 1938, pp. 299-308; 461-473; 490-505,
- -Considerationi sull'origine delle sabbie palestinesi da Ras e Nakura al confine egiziano. Atti della Società dei naturalisti e matematici di Modena, 1928, pp. 47-52.
- SILVY-LELIGOIS (P.). -Cours de sylviculture professé à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, Manuscrit, 1947/49.
- SLESS (J.B.). -Planting guide for the coastal sand drift stabilisation. The Journal of the S.C.S. of N.S.W., 1958, pp. 184-190.
- STANHILL (G.). -The influence of land use on Israel's water resources. Agro-Meteorological Bulletin, Israel, 1961, pp. 1-3.
- -The effect of afforestation on water resources. La-Yaaran, 1962, pp. 24-29.
- -Evaporation in Israel. Bull. Res. Council of Israel, 1963, pp. 160-172.
- STERNAU (R.). -L'influence de la végétation arborescente d'Israël sur le bilan hydrologique (en hébreu). Water Planning for Israel Ltd., Tel-Aviv, 1961.
- TEAR (F.J.). -Sand dune reclamation in Palestine. Empire Forestry Journal, 1925, pp. 24-34; 1927, pp. 85-101.
- -The restoration of Palestine's hill country. Government of Palestine. Agricultural Leaflets, Series VIII, Afforestation, 1929.

-XIII-

- THORNTHWAITE (C.W.), MATHER (J.B.). -Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology, Centerton, New Jersey, 1957.
- de VAISSIERE (J.), POURTET (J.), TURPIN (P.), CHEVALIER (Y.). - Voyage d'études des forestiers français en U.R.S.S. Direction Générale des Eaux et Forêts, Paris, Mai 1960.
- VENET (J.). -Cours de Technologie Forestière professé à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, Manuscrit, 1947/49.
- -A propos de l'utilisation des feuillus en papeterie. Revue Forestière Française, 1960, pp. 688-699.
- WASEL (Y.). -Dew absorbtion by plants of arid zones. Bull. Res. Counc. of Israel, 1958, pp. 180-186.
- WEITZ (J.). -Problèmes de reboisement en Palestine. Silva Mediterranea, 1931, pp. 1-14.
- -La fixation des dunes en Palestine. Silva Mediterranea, 1932, pp. 1-26.
- -Le pin d'Alep en Palestine. Silva Mediterranea, 1935, pp. 110-141.
- -Rideau abri dans le Néguev (en hébreu). Hayaar, 1950, pp.27-28.
- -Objections et problèmes du reboisement (en hébreu). La-Yaaran, Novembre 1952, pp. 7-10.
- -Le reboisement en Israël de 1948 à 1958 (en hébreu). La-Yaaran, Mai 1959, pp. 9-12.
- X. -Israel and its water ressources. Water Planning for Israel, Ltd., 1956.
- X. -Le reboisement et l'économie des ressources en eau (en hébreu). La-Yaaran, Juillet 1951, pp. 5-7.
- ZOHARY (M.). -Introduction à la géobotanique d'Eretz Israël (en hébreu).Sifriat Poalim. Merhavia, 1944.
- -A geobotanical soil map of Western Palestine. Palest. J. Bot. Jerusalem, 1947, pp. 24-35.

- -A vegetation map of Western Palestine. Journal of Ecology, 1947, pp. 1-19.
- -Arbres forestiers d'Israël (en hébreu). Hayaar, 1950, pp. 1-7; 1951, pp. 1-6.
- -The arboreal flora of Israel and Transjordan and its ecological and phytogeographical significance. Imperial Forestry Institute, University of Oxford. Institute Paper No.26, 1951.
- -Géobotanique (en hébreu). Sifriat Poalim, Merhavia, 1955.
- -La base écologique du reboisement du Néguev (en hébreu). Hayaar, 1955, pp. 30-33.
- -The maquis of Quercus calliprinos in Israel and Jordan. Bull. Res. Council of Israel, 1960, pp. 110-123.
- -On the oak species of the Middle East. Bull. Res. Council of Israel, 1961, pp. 161-186.
- -Plant life of Palestine :Israel and Jordan. The Ronald Press Co., New York, 1962

ZOHARY (M.), ORSHANSKY (C.). -The vegetation of the Houle Plain, Palest. J. Bot., Jerusalem, 1947/49, pp. 90-104.

ZOHARY (M.), FEINBRUN (N.). -Outline of vegetation of the Northern Negev.. Palest. J. Bot., Jerusalem, 1950/52, pp. 96-114.

ZOHARY (M.), ORSHAN (G.). -Le maquis de Ceratonia siliqua en Israël (en hébreu). La-Yaaran, Décembre 1960, pp.19-21.

ZOHARY (M.), FAHN (A.). -Ecological studies of east mediterranean dune plants. Bull. Res. Council of Israel, 1952, pp. 38-55.

DEUXIEME THESE

PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

NOTE SUR L'EVOLUTION CLIMATIQUE D'ISRAEL

DURANT LES 19^e ET 20^e SIECLES

